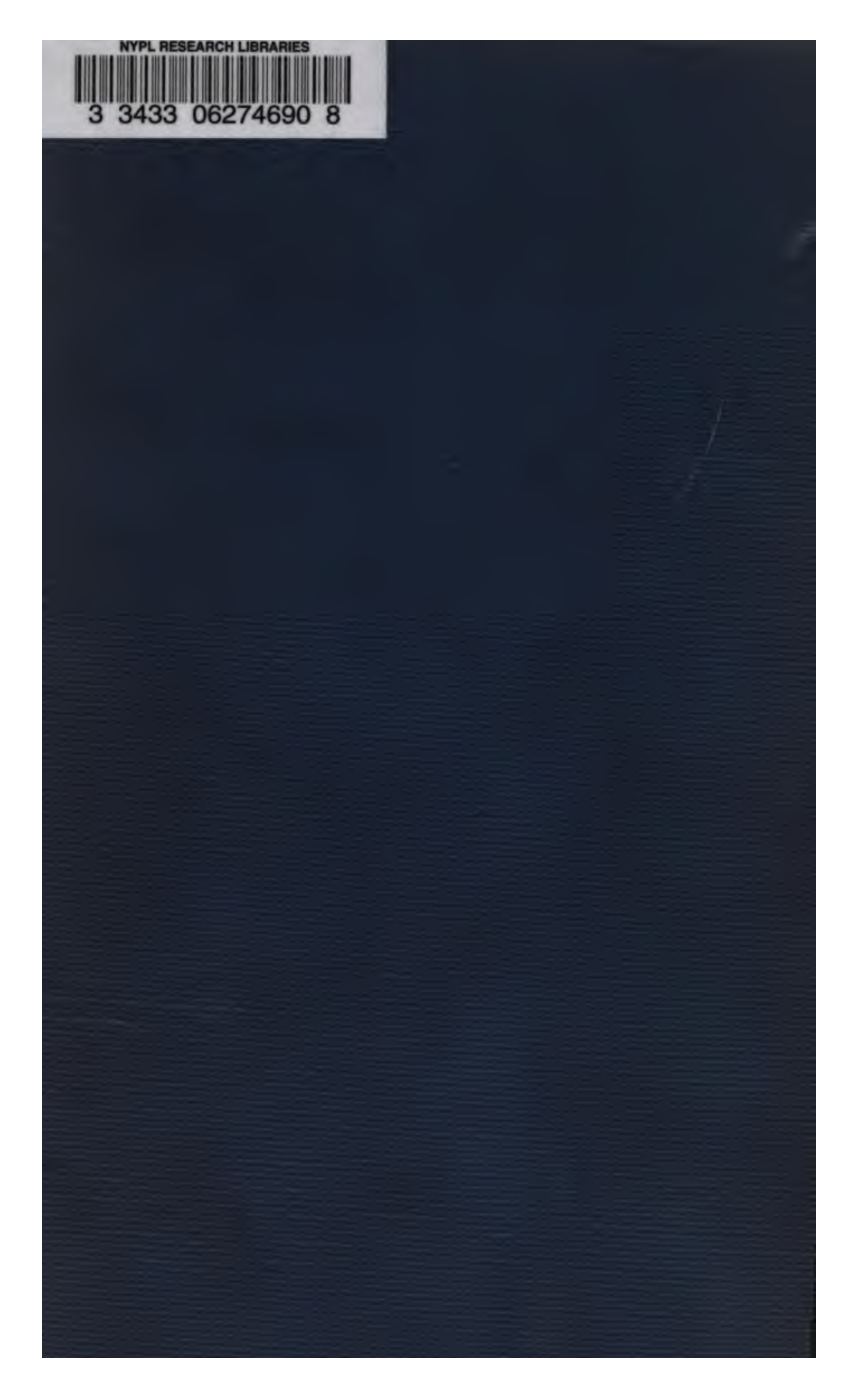
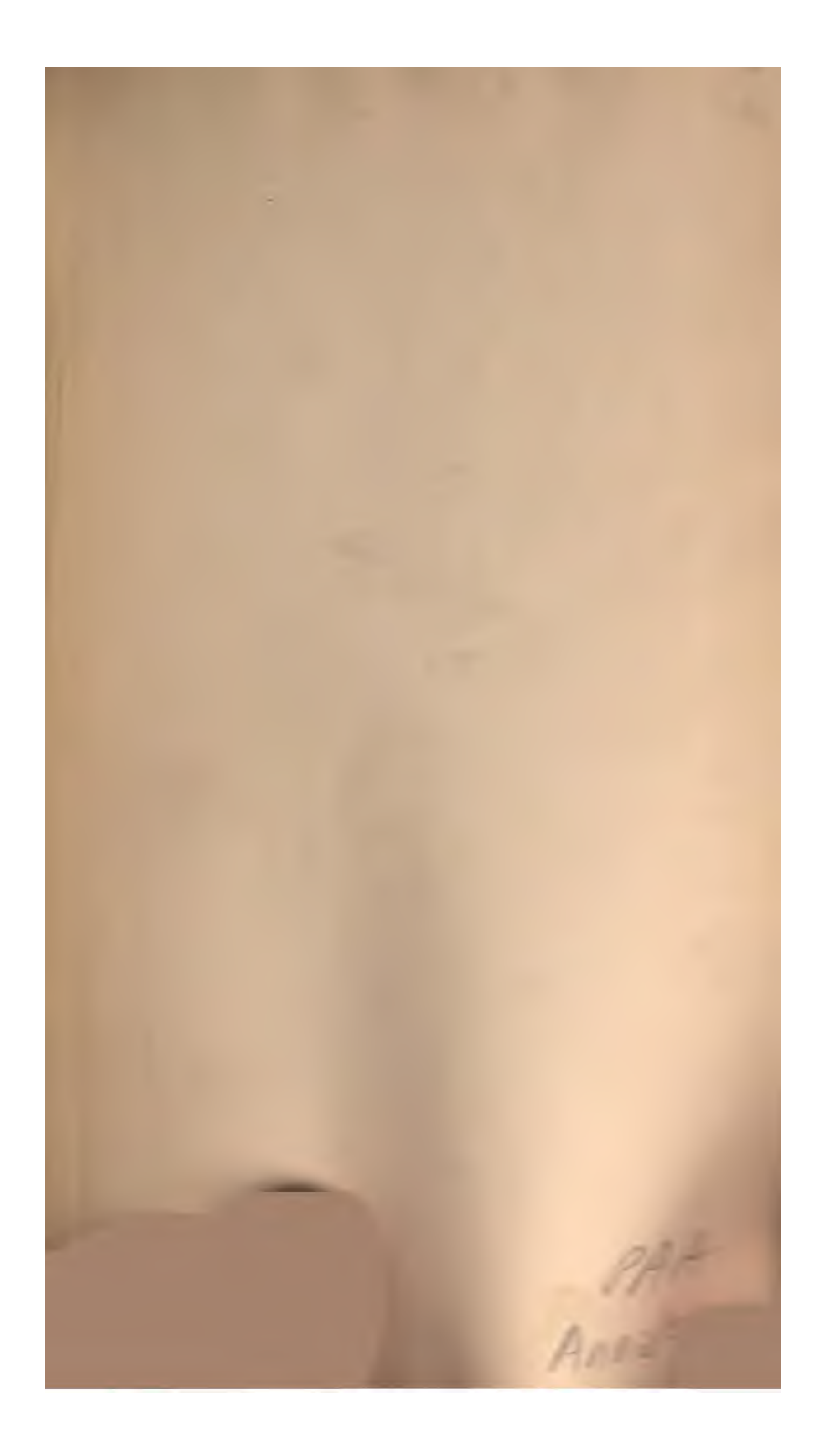










ANNALEN

DER

PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XVI.

ANNALEN

DER

PHYSIK

UND

CHEMIE.



HERAUSGEGEBEN ZU BERLIN

VON

J. C. POGGENDORFF.

16.

SECHZEHNTER BAND.

DER GANZEN FOLGE ZWEIUNDNEUNZIGSTER.

NEBST SIEBEN KUPFERTAFELN.

LEIPZIG, 1829.
VERLAG VON JOHANN AMBROSIUS BARTH.

Inhalt

des Bandes XVI. der Annalen der Physik und Chemie.

Erstes Stück.

Zweites Stück.

Seite

Drittes Stück.

Viertes Stück.

ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, FÜNFTES STÜCK.

I. *Ueber die Beschaffenheit des römischen Bodens, nebst einigen allgemeinen Betrachtungen über den geognostischen Charakter Italiens* *).

(Hiezu die Tafel I.)

A. Eigenthümlichkeiten des römischen Bodens nach der Bildungsverschiedenheit geordnet.

Der Boden, auf welchem sich heute Roms Kirchen und Paläste erheben, verdient die Aufmerksamkeit der Geologen in hohem Grade. Wenige Gegenden Italiens, ja

*) Die gegenwärtige Abhandlung ist ein, mit Bewilligung ihres Verfassers, des Hrn. Prof. F. Hoffmann, hier erscheinendes Bruchstück aus einem gröfseren Werke über Rom, welches, in Verbindung mit mehreren Gelehrten, von dem dortigen Königl. preufs. Minister-Residenten, Hrn. Bunsen, herausgegeben wird, und dessen erster Theil in kurzer Zeit die Presse verläfst. Eine Zusammenstellung mitzutheilen, auf welche, theils vermöge ihres Inhalts, theils vermöge ihres Zusammenhanges mit ähnlichen Aufsätzen in früheren Bänden, die Annalen ein gewisses Anrecht besitzen, bedarf wohl kaum einer Rechtfertigung; doch war es vor Allem die Betrachtung, dafs sie in einem hauptsächlich für Künstler, Historiker und Alterthumsforscher geschriebenem Werke dem gröfseren Theile des sich für Naturwissenschaft interessirenden Publicums unbekannt geblieben seyn würde, welche uns zur Aufnahme derselben bewogen hat. Zur leichtern Uebersicht der merkwürdigen Verhältnisse des Bodens von Rom haben wir







ANNALEN
DER
PHYSIK UND CHEMIE.

BAND XVI.

am meisten der Ostrea hippopus gleichen, die häufigsten und unversehrtesten sind. Der gelehrte Abbate Gismondi fand hier noch aufser den Versteinerungen, die schon von Brocchi in seiner *Conchiliologia fossile subapennina* beschrieben worden, eine Patelle von der Gattung Emarginula Lam. Brocchi erwähnt, dafs man bei Grabung der Fundamente zu dem neuen Saale des Museo Pio Clementino einen Knochen gefunden, der von Brogniart für den Metatarsus eines Palaeotheriums gehalten ward. Die Reste von anderen untergegangenen Säugethieren indessen, welche Brongniart hieher zu rechnen geneigt scheint, fand man in der Umgegend Roms stets, nach Brocchi's ausdrücklichem Zeugnisse, in den Absätzen süfser Gewässer.

Unter dem Sandsteine tritt regelmäfsig überall, wo es die Beschaffenheit des Bodens zu beobachten gestattet, eine mächtige Masse von *bläulich-grauem Thonmergel* hervor. Er ist von feinerdigem und zugleich grofsmuschligem Bruch, im feuchten Zustande bildsam, und daher eine wahre Marna figulina. Man findet ihn ununterbrochen in der Schlucht, die den Janiculus vom Vatican scheidet, die Sohle des Thales bildend, und an den Abhängen beider Hügel bis zu beträchtlicher Höhe. Brocchi erwähnt ihn hinter der Sacristei von S. Peter am Vatican und am Monte delle Crete, einem Anhange zu dem Janiculus. Schon die Alten bedienten sich dieses vaticanischen Mergels zur Töpferarbeit, wovon unter andern folgender Vers des Juvenal (Sat. V.)

Et Vaticano fragiles de monte patellas

den Beweis giebt; heute sind besonders zu diesem Zwecke viele Thongruben an dem Monte delle Crete und am Monte dei Fornaci angelegt, die das Innere des Berges entblöfsen. Leopold von Buch giebt uns eine ausführliche Beschreibung davon, aus welcher wir abnehmen, dafs der Thonmergel hier eine regelmäfsig geschichtete Beschaffenheit hat, und in Bänken bis zu $1\frac{1}{2}$ Fufs

Mächtigkeit bricht, welche abwechselnd heller und dunkler gefärbt erscheinen. In seinen obersten Schichten sehen wir diesen Mergel regelmäfsig mit Lagen des beschriebenen Sandsteines und seiner Breccia abwechseln, und erhalten dadurch den Beweis seiner gleichartigen Bildung. In seinem Innern umschliefst er indessen bei weitem häufiger als der Sandstein organische Reste. Brocchi erwähnt in ihm hinter der Sacristei von S. Peter zahlreiche Conchylientrümmer, Dentalia, Tellinen und Bruchstücke des Deckels von Lepus Balanus; häufig sind zugleich Reste von Pflanzen, die einer ästigen Fucusart angehört zu haben scheinen; auch fand Brocchi darin bituminöses Holz, durchtrümmert mit feinen Adern von Schwefelkies. Nach dem Zeugnisse des Flaminius Vacca soll man eben dergleichen in grofsen Stücken im Thone bei Grabung der Fundamente von S. Peter gefunden haben. Auch am Monte delle Crete finden sich zahlreiche Reste von Meeresconchylien, selbst noch in den Schichten des Thones, die mit den Sandsteinen abwechseln. Eben dergleichen erwähnt Breislak am Monte dei Fornaci.

II. Einwirkung vulcanischer Kräfte.

Wenn wir die Uferhöhe des rechten Abhanges der Tiber dem wesentlichsten Theile ihrer Masse nach den Bildungen des Meeres angehören sehen, so finden wir dagegen in dem hüglichten Boden des gegenüber liegenden Ufers, dem Gebiete der sieben Hügel Roms und der mit ihnen theilweise verbundenen Ebene in den südlichsten Theilen der Stadt, die Producte vulcanischer Entstehung vorherrschen. Das allgemein hier verbreitete Gestein, welches den Kern dieser Hügel bildet, ist ein in mächtigen Massen anstehender vulcanischer Tuf, Tufa der italienischen Naturforscher, und von Brocchi durch eine im Deutschen nicht wiederzugebende Bezeichnung von Tofo, dem Absatze süfser Gewässer, unterschieden. Diese

in so vielen Gegenden Italiens und in den Umgebungen aller Vulcane so häufige Gebirgsart unterscheidet sich bekanntlich von den eigentlichen Laven wesentlich dadurch, dafs sie sich nicht einst wie diese in einem gleichförmigen flüssigen Zustande befunden *).

Sie ist vielmehr ein mechanisches Aggregat von vulcanischen Schlacken, von Lapillo, Sand und Asche, welche, fern von den Kratern, die sie auswarfen, weggeführt, an den Orten ihrer gegenwärtigen Lagerung abgesetzt wurden.

Brocchi unterscheidet unter ihnen in der Gegend von Rom zwei wesentlich von einander abweichende Arten.

*) Wahre Lava kommt bekanntlich am nächsten von Rom in dem Hügel von Capo di Bove, 2 Miglien von der Porta S. Sebastiano, vor, wo sie ungefähr eine Viertelstunde jenseits von dem Grabmal der Caecilia Metella gebrochen wird, und unter dem Namen von Selce oder Selce romano Roms Pflastersteine liefert. Es ist wahre Lava basaltina, schwärzlich-grau und von scharfkantigem Bruch, nach Fleuriau's (*Journ. de phys.* 1795. *II. p.* 59.) scharfsinniger Bemerkung aus einem innigen krystallinisch-körnigen Gemenge von Augiten, Leuciten, Magneteisenstein, verschiedenen Zeolithen u. dergl. gebildet. In ihren Höhlungen kommen häufig die kleinen würfelförmigen Melliliten mit einem weifsen Fossil, welches Feldspath scheint, und mit Zeolithen vor. Die ganze Masse ruht deutlich auf Peperino. Leopold v. Buch glaubte diesen Hügel noch isolirt stehend und aufser Verbindung mit einem einst thätigen Vulcan. Breislak liefs ihn von einem hypothetischen Krater herrühren, den er in der Mitte der Hügel Roms zu erkennen glaubte, und meinte, dafs seine Verbindung mit diesem durch Menschenhände zerstört sey. Die Untersuchungen Riccioli's aber haben bewiesen, dafs er das Ende eines langen Stromes sey, dessen Ursprung längs der Via Appia, deren Pflaster oft auf ihm ruht, bis in's Albaner Gebirge verfolgt werden kann.

Erst vor einigen Jahren ward man auf einen andern Bruch dieses Gesteins aufmerksam, links von der Strafse nach Ostia, 1 Miglie hinter Tre Fontane. Es ist ganz der Lava von Capo di Bove gleich, und enthält die eigenthümlichen Krystalle von Gismondi's Abrazite, welche höchst wahrscheinlich eine Varietät des Harmotoms sind.

1. *Steintuf. Tufa litoide.* Von rothbrauner Farbe mit orangefarbign Flecken, welche von Bruchstücken einer schlackiger bimsteinartigen Lava herrühren, ist er erdig und fast muschelig im Bruch, und so hart, dafs man ihn als Baustein behandeln kann. Er enthält weifse, mehlige Leuciten, deren allmälige Auflösung und Uebergänge bis zur frischen krystallirten Substanz Leopold von Buch sehr genügend hier nachgewiesen hat, Schuppen von braunem Glimmer, Krystalle von schwarzem und grünlichen Pyroxen, und seltner kleine Stückchen von Feldspath. Hin und wieder finden sich rundliche Geschiebe und eckige Bruchstücke von Kalkstein in ihm. Man unterscheidet auch zuweilen eine Abänderung von sehr feinem Korn, welche ganz als eine gleichförmige Masse erschenen würde, wären nicht in ihr häufig feine Schüppchen von schwarzem und silberweifsem Glimmer eingemengt.

Gewöhnlich erscheint er in mächtigen Bänken von 4 bis 6 Fufs Stärke, durchzogen von langen, verticalen und schrägen Spalten, welche wahrscheinlich durch die Zusammenzehung der Masse bei ihrer Austrocknung entstanden sind. Die feinkörnige Abänderung dagegen hat das Eigenthümliche, dafs sie, weil ihre Glimmerschüppchen sich gewöhnlich in einer Ebene anhäufen, eine Disposition zur schiefrigen Structur erhält.

Von alten römischen Monumenten ist aus ihm die Cloaca maxima gebaut, nicht aus Peperin, wie man gewöhnlich sagt: auch der am Berge anliegende Theil der Substructionen des Tabulariums am Capitol, während die äufsere Bekleidung von Peperin ist. Tufsteingruben aus alten Zeiten zeigt derselbe Berg. In den Resten der Gänge des Marcellus-Theaters sieht man ihn in länglich viereckten Platten wie Ziegel geschnitten; auf ähnliche Weise sind alte Tufquadern in der Festung der Gaetani am Grabmal der Caecilia Metella und an dem Eckthurme des neuen Capitols angewandt.

Er scheint der Lapis quadratus der Alten zu seyn, welchen die Römer, wenigstens in früheren Zeiten, zum Pflaster von Fufswegen gebrauchten. Sehr häufig findet man unter dem Basaltpflaster Tufquadern als Fundament, wie sie auch an mehreren Orten der Stadtmauer angebracht sind, z. B. bei der Porta S. Lorenzo. Von den beiden Arten Tophi, welche Vitruv anführt als in Campanien brechend, scheint der Tophus niger der Stein von Pipernum zu seyn, der zu mehreren Bauen in Pompeji gebraucht ist, der Tophus ruber aber der römische Tufstein. Der Fleck an der Via Flaminia jenseits des Grabmals der Nasonen, wo Tufe gebrochen, und welcher jetzt den Namen Pietre rosse trägt, heifst bei den Alten ad saxa rubra.

An den Gebäuden finden sich Quadern eines graulich-gelben Tufs, mit Bimsteinstücken von tieferem Gelb, z. B. in dem alten Keller des Hauses No. 66. in der Longara und in dem Unterbau des päpstlichen Gartens, am Wege von Lavator del Papa nach Quattro fontane. Brocchi fand diese Art nirgends anstehend.

Die Orte, an welchen sich diese Tufart innerhalb der Gränzen der alten Stadtmauer findet, beschränken sich verhältnifsmäfsig nur auf wenige. Sie bildet die Hauptmasse des capitolinischen Hügels, und ist hier sowohl an dem Absturz des tarpejischen Felsens, als in zahlreichen unterirdischen Gängen entblöfst, welche vormals zu Steinbrüchen dienten. Am Aventinus erscheint sie in der Vigna Lovati, gegenüber S. Prisca, wo man einen Steinbruch in ihr eröffnet hat, aus welchem, wie Leopold von Buch schon erwähnt, die Fundamente des Palastes Braschi genommen wurden. Das Gestein sieht hier durch Härte und Bruch, so wie durch seine Farbe, täuschend den Ziegeln ähnlich, und könnte leicht damit verwechselt werden, sähe man nicht vor sich den Felsen 60 Fufs hoch aufsteigen; Graf Dunin Borkowski hat es in seiner Beschreibung dieser Gegend

gleich der Tufa litoide aus den Gruben von Monte Verde vor der Porta Portese mit einem Thonporphyr verglichen. In der Vigna d'Asti, ebenfalls am Aventin, erwähnt schon Flaminio Vacca dieses Tufs, und eben so auch um S. Saba. Er erscheint ferner noch am Cälius in den unterirdischen Gängen in Osten vom Kloster von S. Giovanni e Paolo, wo sich die Reste eines alten römischen Baues fanden, und unfern von dort bei S. Giovanni in Laterano im Sotterraneo von No. 22. Auch am Esquilin sah ihn Brocchi in der Schichtenfolge, welche die unterirdischen Gänge des Klosters von S. Francesco di Paola entblöſsen, voll Bröckchen von Lava, und mit mannigfach verschlungenen gangartigen Adern von fettem Thone durchzogen. Häufig ist er auſserhalb Rom nächst dem Monte Verde noch bei Ponte Nomentano, bei Torre Pignatara vor der Porta Maggiore, und endlich zu Ardea und längs der Via Ardeatina.

2. *Bröckeltuf. Tufa granulare.* Von dem vorigen sehr verschieden ist er schwärzlich-braun oder gelblich-braun gefärbt, leicht, sehr zerreiblich, aus dicken, schlecht zusammenhaltenden Körnern bestehend, mit weiſsen Schuppen von mehligem Leucit, Augitbrocken, Schuppen von Glimmer und bisweilen mit schwärzlich-grauen Lavaklümpchen. Diese Masse ist offenbar durch Zersetzung einer diese Theile enthaltenden festeren Masse entstanden, einer Art der schon erwähnten porösen bimsteinartigen Lava, welche die Italiener Lapillo nennen.

Hinsichtlich des Grades der Festigkeit, des Gefüges und der Farbe bietet er groſse Verschiedenheiten dar, je nachdem er mehr oder weniger zersetzt ist. Entweder hat er ganz noch den Charakter des Lapillo und ist nur etwas weniger trocken und mager anzufühlen, als der, welchen gegenwärtig noch die Vulcane auswerfen, oder er wird höchst zerreiblich, die poröse Textur verschwindet und er löst sich in eine erdige Masse auf. Mehr noch verändert durch die Feuchtigkeit, welche vom Tage

eindringt, wird er eine Art Thon, der an der Zunge hängt, angefeuchtet zähe ist, und aus welchem die Leucite verschwinden, während Augite und Glimmer zurückbleiben. Es ist diefs dieselbe Erde, welche bei Velletri am Fufse des Monte Artemisio zur Verfertigung von Backsteinen benutzt wird; zu Sta Agata in Campanien, zwischen Molo di Gaeta und Capua, macht man Gefäfse daraus. Die am Albaner See von Carnevali in Albano gefundenen, sehr roh gearbeiteten Aschenurnen sind aus demselben vulcanischen Thon geformt.

Bisweilen bildet dieser Tuf, wenn er in sehr hohem Grade zersetzt worden, eine eigenthümliche Abänderung, welche Brocchi *erdigen Tuf, Tufa terroso,* nennt. (Es verdient hier bemerkt zu werden, dafs das, was Brocchi in seinem Catologo ragionato *Tufa terroso* nennt, stets sein später hier sogenannter Tufa granulare ist: Tufa litoide dagegen entspricht dem pietroso seines Catalogo). Er ist von gelblicher Farbe, viel leichter, und so zerreiblich, dafs er sich in einen feinen Staub auflöst, welcher mit Zischen das Wasser einsaugt, und dabei einen starken erdigen Geruch giebt. Solcher Art ist vorzugsweise der Tuf, welchen Leopold v. Buch (II. p. 31.) beschreibt. Auch dieser Tuf steht wie der vorige in deutlich geschiedenen Bänken an, und erscheint auch wie dieser durchschnitten von grofsen Spalten, die ihn in mehr oder minder regelmäfsige parallelepipedische Stücke zertheilen. Am Monte Pincio und nahe bei der Basilica von S. Lorenzo, aufserhalb des Thores, führt er *Blattabdrücke von Landpflanzen*, und am letzteren Orte ist er häufig von langen röhrenförmigen Höhlungen durchzogen, welche auf einst darin steckende *Aeste und Baumstämme* deuten. Eben dergleichen zeigen sich ferner noch in einem Hügel bei Monte Sacro, an der alten Via Salara bei dem Weinberge der Jesuiten, und unter der Stadtmauer zwischen der Porta S. Giovanni und dem Amphitheatrum castrense.

Was das Vorkommen und die Lagerungsverhältnisse dieser Tufart betrifft, so bemerken wir darüber im Wesentlichen Folgendes.

Er ist im Allgemeinen viel häufiger verbreitet als der Steintuf, und bildet die Hauptmasse des Pincio, des Quirinal, des Viminal und des Palatinus. In der Umgegend von Rom ist er eben so häufig, und in ihm sind mit Ausnahme der noch zu erwähnenden Catacomben von S. Valentino alle Catacomben um Rom gegraben *).

Sehr häufig kommt er unter Verhältnissen vor, die seine Lagerung zu den anderen Gebirgsarten dieser Landschaft in ein helles Licht setzen. Unstreitig am wichtigsten ist in dieser Beziehung sein Auftreten auf der Anhöhe des rechten Tiberufers. Hier überdeckt überall das vulcanische Gestein jene oben beschriebene Meeresbildung. Leopold von Buch nennt uns zuerst eine 6 Fufs dicke Tufschicht auf dem höchsten Punkte des Vatican, unmittelbar über dem Sandstein der Osteria Cruciano bei der Vigna von Giuseppe Frangioni. Sie enthält häufig kleine Stücke von wahrem Peperino, runde Stücke eines Gemenges von Augit und Leucit, dem von Rocca di Papa im Albaner Gebirge gleich, und, obgleich selten, auch noch kleine Basaltstücke. Auf ihr liegt dann eine merkwürdige Schicht von aschgrauen, wallnufsgrofsen, schwimmendleichten Bimsteinstücken, deren Verbreitung sich in dieser Gegend bis zu beträchtlichen Entfernungen hier nachweisen läfst. Eben so oder doch wenigstens höchst ähnlich sind die Verhältnisse nicht nur an der Basis die-

*) Diese Catacomben sind die Arenariae der Alten, wie denn auch heute noch, nach Brocchi, die Puzzolangruben zu Frosinone und Segni le Arenare genannt werden, denn die Puzzolan-Erde ist nichts als eine Abart dieses Tufes, wahrscheinlich die Arena nigra des Vitruv (II. p. 4. 6.), während die Arena rufa, welche Vitruv den andern Arten vorzieht, vielleicht mit Recht auf die rothe Puzzolana bezogen wird, welche noch heute für die beste gilt, und bei S. Paolo alle tre Fontane gefunden wird. Beide Arten kommen in den Bauen der Alten als Cement vor.

ses Hügels, sondern auch am Janiculus. Grünlich-grauer Tufa granulare liegt hier unter andern entblöfst an der Porta di S. Spirito, unter der Mauer des Gartens Barberini, uud bedeckt hier in einigen Bänken ein Aggregat von Bimsteinen, eingeknetet in einem Bindemittel von weifslicher Tufa. Fast ganz vulcanisch ist der Rücken, der von dem übrigen Theile des Berges hier durch ein kleines Thälchen gesondert ist, so wie der gegenüber liegende Abhang im Hofraume des Kirchhofes. Auch auf dem Gipfel des Janiculus erscheinen solche Gesteine. Allenthalben, wo die Bäche zur Tiber hin diese hohe Ebene ausgshöhlt haben, sieht man die gleiche Schichtenfolge wie unter der Villa Frangioni. Tufa granulare oder terroso von brauner Farbe zeigen sich rechts vor der Porta S. Pancrazio, am obern Rande des Berges, worin eingeknetet grofse Bimsteinstücke liegen, die sehr wohl erhalten sind. Mehr noch vor dem Thore zur Linken an der Stadtmauer, begleitet vom Bimstein und von Stückchen einer gelblichen schwammigen Lava. Es sind diefs dieselben Schichten, die sich von hier aus bis auf den Gipfel des Monte Mario erstrecken, von welchem Brocchi (Tav. II. p. 1. 4.) einen lehrreichen Durchschnitt geliefert hat. Es ist hauptsächlich der Tufa terroso, der hier vorherrscht.

Auf dem linken Ufer der Tiber sehen wir gewöhnlich, wo die körnige Tufart mit dem Steintuf zusammentrifft, den letzteren auf dem ersteren gelagert. Beispiele davon geben der Esquilin, wo die unterirdischen Gänge des Convento di S. Francesco di Paola einen sehr schönen Durchschnitt entblöfsen, und eben so der capitolinische Hügel unter der Rupe Tarpeja. Doch scheint dieses Verhältnifs nach Brocchi's ausdrücklicher Angabe keineswegs die allgemeine Regel zu seyn. Es zeigt sich unter andern schon das Umgekehrte vor den Thoren von Rom in den Felsen um das Grabmal der Nasonen.

Eine unläugbare Auflagerung des vulcanischen Tufes

auf Meeresgesteinen zeigt sich ebenfalls auf dieser Seite der Tiber nicht deutlich; der einzige Punkt, an welchem hier im Gebiete der Stadt unter ihm eine fremdartige Grundlage hervortritt, ist nach Brocchi's sehr merkwürdiger Entdeckung am tarpejischen Felsen. Dort sieht man in den grofsen unterirdischen Gängen des Hospitals della Consolazione zu unterst eine mächtige Schicht braunen glimmerreichen Thones, in welchem ein dichter gleichfarbiger Kalkstein einige wagerechte Lager von 1 bis 2 Fufs Stärke bildet. Ihm folgt nach oben zunächst eine 6 Fufs starke Masse von Sand und Thon, und darüber liegen etwa 10 Fufs Tufa granulare, der denn bis zum Gipfel des Felsen den oben angeführten Steintuf sich auflagert. Brocchi ist sehr geneigt, jene Grundlage für eine Meeresbildung anzusprechen, und es ist diefs gewifs auch nach den von ihm angeführten Gründen sehr wahrscheinlich. Auch sprechen überdiefs noch andere von der Oertlichkeit hergenommene Erscheinungen dafür, dafs die eigentliche Grundlage der sieben Hügel Roms von einer unterirdischen Fortsetzung der Meeresformation von dem rechten Tiberufer auf das linke gebildet werde. Es sind diefs vorzüglich die Sondirungen der Brunnen in diesem Theile der Stadt, die, wenn sie auch jetzt leider keinen Aufschlufs mehr über die Natur der in ihnen durchsunkenen Schichten geben konnten, dennoch durch die Vergleichung ihrer Tiefe zu einem allgemeinen Resultate führten. Aus den von Brocchi defshalb zusammengestellten Angaben *) geht hervor, dafs die meisten dieser Brun-

*) Die von Brocchi dafür zusammengestellten Thatsachen sind folgende (p. 173. f.):

	Tiefe d. Brunnen. Fufs.	Wasserhöhe. Fufs.
Pincius.		
In Villa Ludovisi beim Gartenhause der Aurora	118	2,7
Am Abhange in Via di S. Sebastiano bei No. 11.	44	35,8
Palatin.		
In Villa Spada	122	2,7

nen, deren einige sich selbst auf den Gipfeln des Hügels befinden, das Wasser sonst durchgängig erst in einer Tiefe

	Tiefe d. Brunnen. Fuſs.	Wasserhöhe. Fuſs.
Aventin.		
Im Kloster von S. Sabina	103	2,7
In der Vigna No. 11. bei der Kirche	109,6	2
- - - No. 5. der Kirche gegenüber . . .	100	7,4
- - - Via di S. Prisca . . .	95,6	2,6
- - - No. 4.	94,8	5,6
- - - No. 2.	91,8	11,4
Im Kloster von S. Saba	85,10	5,6
In der Vigna No. 6. Via di S. Saba .	81,4	5,4
- - - No. 2. Via Aventina .	83,10	5,6
Im Kloster von S. Balbina	98,8	27,7
In der Vigna No. 9. bei S. Balbina .	64,4	6
Quirinal.		
Im Vicolo Mazzarini	28,6	3
Im Kloster der Magdalena von der Höhe des Straſsenpflasters	82	36,8
Am Abhange in Via degli Ibernesi .	14,4	6,7
In demselben Hause ein anderer Brunnen	17,8	12,6
Viminal.		
In Via di S. Lorenzo in Panisperna No. 88.	55,7	8
Im Kloster von S. Paolo Via di quattro Fontane	51	6
In der Mitte des Abhanges in Via del Boschetto No. 58. 59. von der Höhe des Straſsenpflasters	41,6	6
Am Abhange in Via di S. Lorenzo in Panisperna No. 44.	33	4
In demselben Hause ein anderer Brunnen	34,7	4,6
Im Thale zwischen dem Viminal und Quirinal Via de' Serpenti No. 39.	31,4	5
Esquilin.		
Im Kloster delle Viperesche Via di S. Vito von der Straſsenhöhe . . .	60	11,5
Dem Palaste Caserta gegenüber . .	63,7	12

Tiefe erreichen, die der Ebene des alten Roms, 10 bis 20 Fuſs unter der Ebene des heutigen, nahe gleich kommt. Der vulcanische Tuf selbst aber kann vermöge seines porösen Gewebes die Wasser nicht halten, und es muſs daher unter ihm in dieser Tiefe eine Thon- oder Mergelschicht durchsetzen, welche sie nicht weiter herabsinken läſst; ähnlich den gleichnamigen Schichten des Vatican und Janiculus, deren reichliche Quellenführung von Allen, die diese Gegend beschreiben, hervorgehoben wird. Merkwürdig ferner noch ist das bald näher zu erwähnende Lagerungsverhältniſs der vulcanischen Tufe zu Bildungen der süſsen Gewässer, denen wir den letzten Theil dieser übersichtlichen Darstellung widmen *).

	Tiefe d. Brunnen. Fuſs.	Wasserhöhe. Fuſs.
Im Kloster von S. Martino ai Monti	69	28
In der Vigna der Sette Sale . . .	52,6	5,6
Ebendaselbst ein anderer Brunnen .	63	4
Im Kloster von S. Franc. di Paola .	75,6	15,6
Im Kloster der Mönche vom Berge Libanon, auf dem Platze S. Pietro ad Vincula	77,6	27
Im Thale zwischen dem Esquilin und Quirinal Via della Madonna dei Monti No. 36. von der Straſsenhöhe . .	11,4	11,4
Ebendaselbst Via della Saburra bei S. Giov. in Fonte No. 50.	11	11
Vatican.		
Im päpstlichen Palast am Cortile di S. Damaso	65,9	7,3

*) *Anhangsweise* möge es uns erlaubt seyn, hier noch zwei dem römischen Boden fremde Gesteine zu berühren, welche, häufig mit seinem Steintufe verwechselt, in den Bauwerken der Alten eine bedeutende Rolle spielen. Es sind dieſs der *Gabiner-* und *Albaner-Stein.* Man begreift am besten beide unter dem Namen *Peperin* (*Peperino*, d. h. Pfefferstein). Der Gabiner unterscheidet sich von dem Albaner nur dadurch, daſs er weniger Augit und Glimmer enthält, und aus einer Masse eckiger Stücke von grauer und röthlich-brauner Lava mit Kalkspath durchzogen,

III. Einwirkung süfsen Wassers.

Die Ebene von Rom oder der Theil des römischen Bodens, den die Tiber durchschneidet, und den die Meeresbildungen im N., die vulcanischen Hügel im S. begränzen, gehört bis weit an den Abhängen der Thalwände hinauf und in die Seitenthäler hinein, welche die sieben Hügel von einander scheiden, den Bildungen stagnirender Landwässer an, welche diese Gegend in einer Zeit überströmten, in welcher nach dem Rückzuge des Meeres und dem Aufhören der vulcanischen Ausbrüche der heu-

bisweilen kalkartige Rollsteinchen einschliefsend, besteht. Er sowohl als der *Albaner-Peperin* unterscheiden sich merklich vom römischen Tufsteine. „Im *Peperin* (sagt v. Buch) ist fast Alles frisch, vollkommen und unzerstört, glänzend; im Tufe matt, todt und zerstört; jener scheint mehr einem Porphyr ähnlich, dieser Sandsteinen und ähnlich zusammengefügten Schichten. Die wackenartige Hauptmasse ändert selten ihre aschgraue Farbe; so hell ist bei Rom der Tufstein fast nie (oder gewifs nie). Im Bruche ist sie feinerdig, aber uneben, von sehr feinem Korn und weich; der Tuf hingegen fast zerreiblich, was jedoch nicht von dem eigentlichen Steintufe gilt. . . . Glimmerblättchen finden sich in ihm in unglaublicher Menge, theils als einzelne schwärzliche Blättchen, theils als längliche Massen von einigen Zoll bis zur Gröfse einer Kanonenkugel. Diese Massen sind eine Sammlung von Glimmerblättchen mit Augitkrystallen gemengt, und oft magnetischen Eisenstein enthaltend. Den ähnlichen Blättchen im Tufe fehlt fast immer Glanz und Farbe, dagegen sind Leucit und Augit seltener im Peperin als im Tufe; häufiger aber kleine eckige, weifse Stücke, die ein körniger Kalkstein sind.

Der Gabiner- und Albaner-Stein bilden ungeheure Bänke, so dafs sie Eine Masse scheinen, z. B. rings um den Gabiner-See und bei Marino; sie schliefsen oft Klumpen von Basalt-Lava ein.

Der Albaner- und Gabiner-Stein finden sich ungleich häufiger bei den alten römischen Gebäuden, als der einheimische Tufstein. Das einzige sichere Denkmal der alten Könige ist jedoch aus diesem; es scheint also, dafs erst später der Gabiner- oder Albaner-Stein wegen seiner gröfseren Feinheit oder angenehmeren Farbe vorgezogen wurde. Aus Gabiner-Stein sind die äufseren oberen Mauern des Tabulariums gebaut.

tige Flufs sich sein Bett grub. Vorherrschend sind es lose unzusammenhängende Massen, Thon, Sand und Gerölle, die sie am weitesten verbreitet nach ihrem Abzuge zurückliefsen; doch es bildete sich auch durch ihre Anwesenheit noch an vielen Punkten ein schöneres festes Gestein, welches, diesem Lande besonders charakteristisch, den Meisterwerken alter Baukunst zur Zierde dient, und dessen beständige Forterzeugung sich heute noch beobachten läfst, der Lapis Tiburtinus oder Travertino.

Die Thonschichten der Thalebene, deren allgemeine Verbreitung durch Brocchi's mühsame Forschungen mit Hülfe von zahlreichen Bohrversuchen erwiesen worden, wird vorzugsweise deshalb besonders wichtig, weil sie, den Wässern, die aus den benachbarten Hügeln hervortreten, undurchdringlich, die Ernährerin zahlreicher Brunnen in den niedrigern Theilen der Stadt ist. Ihr Thon ist beständig mit einem kleinen Antheile kohlensauren Kalkes gemischt, und, da er deshalb immer mit Säuren braust, ein wahrer *Thonmergel* (*Marna argillosa*). Seine Farbe ist gelblich-grau, stets ist er durchsäet mit kleinen silberglänzenden Glimmerschüppchen, und enthält hin und wieder kleine Brocken von Pyroxen und kleine Quarzkörnchen. Trocken saugt er begierig das Wasser ein, ist bildsam und erhärtet am Feuer. Mit Säuren behandelt, giebt er einen unauflöslichen Rückstand, welcher, wo nicht Quarz eingemengt ist, meist aus einer eisenhaltigen Thonerde besteht *).

Mit dem Thone zusammen treten an mehreren Punkten der Ebene Anhäufungen eines Sandes von verschiedener Beschaffenheit auf. Häufig ist es *Kalksand* von gelblicher Farbe, mehr oder minder mit Thonmergel gemengt, und zuweilen selbst gröfsere *Kalkbrocken* einschliefsend, wie Brocchi sie namentlich in einer Grube

*) Dieser Thon ist brauchbar zur Töpferarbeit. Brocchi hat gezeigt, dafs schon in den ältesten Zeiten davon deshalb Anwendung gemacht ward.

bei S. Giuseppe a Capo le case No. 11. sah, zum Theil auch ist es *kiesliger Sand,* dessen Vorkommen sich gewöhnlich auf die Basis der Hügel beschränkt, und welchen in der eigentlichen Ebene nur eine Grube auf dem Campo Vaccino zur Seite des Friedenstempels gegen S. Francesca Romana entblöfst. Man hat ihn auf dem Abhange des Palatinus gegen das Colosseum gefunden; letzteres selbst steht nach der Charte von Brocchi auf ihm, und man traf ihn auch am Rande des Cälius in einigen Gruben, die gemacht wurden, um die alte Cloaca des Amphitheaters aufzusuchen. Die Farbe dieses Sandes ist gelblich, häufig sieht man in ihm silberweifse Glimmerschüppchen und Bröckchen von Augit. Mit der Loupe entdeckt man noch zwischen den durchsichtigen Quarzkörnern kleine weifse Prismen, welche wahrscheinlich Feldspath sind. Immer zeigt er sich mit etwas Thon ohne Kalkgehalt vermischt, braust deshalb nicht mit Säuren, und schmilzt vor dem Löthrohr zu einer schwärzlichen Schlacke. Der Ursprung dieses Thones und Sandes aus süfsen Gewässern wird nach Brocchi's Beobachtungen hauptsächlich dadurch beurkundet, dafs man in ihnen Knoten von löcherigem und röhrigem *Kalktufe* findet, welcher Reste von *Sumpfschnecken* einschliefst. Im Sande auf dem Campo Vaccino fand man Helix palustris und Helix planata Lin., welche beide nur in trägem, schwach fliefsendem Wasser leben. Im Kalksande am Abhange des Janiculus unter den Mauern der Citta Leonina erwähnt Brocchi das Vorkommen von Cyclostoma obtusum Drap., wahrscheinlich Helix piscinalis Gmelini.

Es sind indessen dergleichen Schichten auch an höheren Stellen weit über dem Spiegel der Ebene von Rom noch gefunden, die deutlich einen gleichartigen Ursprung verrathen. Namentlich fand Brocchi einen thonigen Mergel von gelblicher Farbe, der hieher gehört, auf dem capitolinischen Hügel in den Kellern des Palastes der Conservatoren, auf vulcanischem Tufe liegend. Er ist

hier in drei Bänke getheilt, deren unterste, verhärtet und voll Augitkrystalle, zugleich häufige Brocken von orangefarbener Bimsteinlava führt, die anderen dagegen weicher und ohne vulcanische Fragmente. Sämmtlich enthalten sie *Pflanzenreste* und Trümmer von Tellina cornea und Helix tentaculata, oder Cyclostoma impurum Drap. und deren feine Opercula. Die beiden oberen Bänke sind ärmer an diesen Resten als die untersten, und führen dagegen häufig Concretionen von schmutzig-gelbem Kalksteine. Auffallender noch zeigt sich eine ähnliche Erscheinung am Esquilin in den unterirdischen Gängen von S. Pietro in Vincoli, wo 140 Fufs über der Tiber auf Tufa litoide ein gelblicher Thon voll kalkiger Concretionen und voll wagerechter Streifen von sehr zerreiblichem Tufa granulare liegt, welcher in allen seinen Kennzeichen mit dem Süfswasserthon der Ebene übereinstimmt. Auch am Abhange des Aventinus zeigt sich unter der Bastion Pauls III., gegenüber der Porta di Testaccio, eine Lage von gelblich-grauem sandigem Mergel, worin häufig die Helices des Campo Vaccino, bedeckt von einer ansehnlichen Niederlage röhrigen Kalktufes.

Der Travertino, unstreitig die wichtigste unter den Bildungen der süfsen Gewässer dieser Gegend, ist besonders vollständig und lehrreich durch Leopold von Buch hier beschrieben worden. Er ist gröfstentheils ein chemischer Niederschlag des kohlensauren Kalkes, den die Gewässer der Vorzeit in einem Ueberschusse von Kohlensäure aufgelöst enthielten, und der sich hier, wie so häufig an dem Fufse aller höheren Kalksteingebirge, abgesetzt hat, wo die langsamere Bewegung des Wassers und seine ausgedehntere Berührung mit der Atmosphäre die Bedingungen zu seiner Bildung herbeiführten. Noch gegenwärtig sieht man ähnliche Bildungen sich häufig in den Wasserleitungen absetzen, welche alle Theile des alten wie des heutigen Roms mit Wasser versorgen, und wo der Anio bei Tivoli's prächtigen Cascaden das mäch-

tige Kalkgebirge der Apenninen verläſst, geschieht seine Erzeugung fast unter unseren Augen noch heute in sehr groſsem Maaſsstabe.

Die herrschende Masse dieses merkwürdigen Kalksteines liegt in wagerechten Schichten und Lagern; er ist gelblich-weiſs, von unebenem Bruche und von erdigem Korn. Er gewinnt erst an der Luft eine bedeutende Härte, und nimmt dann gewöhnlich einen röthlichen Farbenton an, der den aus ihm erbauten Monumenten einen ganz eigenthümlichen Charakter giebt, und nicht wenig dazu beiträgt, den imponirenden Eindruck der Pracht und Majestät zu erhöhen, den sie erregen. Vorzüglich charakteristich und merkwürdig sind ihm, wie Leopold von Buch sehr ausführlich bemerkt hat, die zahlreichen Höhlungen und Blasenräume, von denen er nie leer ist. Man sieht sie von zweierlei Art, entweder sie sind länglich und klein, inwendig matt, und oft stecken noch vegetabilische Reste darin, welche auf ihre Entstehung durch Einhüllung nachmals zerstörter Pflanzentheile führen, oder sie sind groſse unförmliche Oeffnungen, die unregelmäſsig in die Länge gezogen wie plattgedrückt erscheinen. Ihr Inneres ist gewöhnlich mit spathigen Kalktheilen ausgekleidet, welche eine tropfsteinartige, nierförmige äuſsere Gestalt haben, und bisweilen, wenn die Höhlungen gänzlich wieder zugewachsen sind, als regelmäſsige weiſse Flecken erscheinen. Diese Oeffnungen sind höchst wahrscheinlich durch Entwickelung von Gasarten entstanden, die während der Festwerdung des Steines stattfinden, wie heute noch in der kleinen, oft beschriebenen Lagune der Solfatara bei Tivoli.

Der Travertino ist reich an *organischen Resten*, doch schlieſst er niemals Producte des Meeres ein. Häufig sind die Pflanzenreste, besonders in dem Strich von der Porta del Popolo nach Ponte Molle, viele Abdrücke von Baumblättern, Spuren einst hier eingeklemmter Aeste und Pflanzenreiser, um welche sich der Kalk in concen-

trischen Lagen abzusetzen pflegt. Ueberall sieht man in ihm dieselben Süſswasser-Conchylien, die wir oben schon beim Sande und dem Mergel dieser Bildung genannt haben. In der Gegend von Torre di Quinto, gegen Prima Porta hin, fand Brocchi sie häufig in Gesellschaft von Schenkelknochen froschartiger Thiere.

Das Vorkommen und die Lagerungsverhältnisse des Travertino zeigen sich selbst innerhalb der Mauern von Rom, und besonders an den Hügeln des linken Tiberufers sehr häufig und deutlich entblöſst. Die mächtigste seiner Niederlagen beobachtet man hier an dem gegen die Tiber gerichteten Abhange des Aventin. Dort bildet er in einer Höhe von 90 Fuſs über dem Fluſsspiegel ein wagerechtes Lager, dessen Längenerstreckung man auf die Entfernung von einer halben Millie ununterbrochen verfolgen kann. In einer Grube, die sich innerhalb des Gitters von No. 14. an der Marmorata befindet, sieht man ihn deutlich auf dem Fluſssande liegen, der seinerseits wiederum den vulcanischen Tuf dieses Hügels bedeckt. Er wechselt selbst hin und wieder mit Schichten von Kalksand, und umschlieſst kleine Bimsteinbröckchen, und auſser den gewöhnlichen Pflanzen- und Schneckenresten Helix decollata und muralis, die bekanntlich in den Gärten dieser Gegend noch heute häufig lebend gefunden werden. Ueber ihm liegt eine Schicht jenes thonigen Mergels, den wir als die herrschende Decke der Thalebene bereits kennen gelernt haben.

Häufig sind einzelne Brocken und selbst dünne Lagen von Travertin in den sandigen und merglichten, ja selbst in den oberen vulcanischen Tufschichten an den Abhängen des Esquilin, des Viminalis und Quirinalis, besonders aber merkwürdig sind seine Verhältnisse am Pincius. Dort sehen wir am Kloster der Augustiner neben der Porta del Popolo eine mächtige Schicht von Tufa granulare hervorbrechen, in welcher Brocken von röhrenförmigem und löchrigem Travertin mit Abdrücken rohrarti-

ger Gewächse, in welchen nicht selten deutlich Blätter von Populus alba, Betula alnus und kleine Zweige von Tamarix gallica; auch fand sich hier ein unbestimmbares *Knochenfragment.* Ueber ihm liegt grauer Flufsthon mit Blattabdrücken von Salix alba, und dann folgen wieder mehrfache Wechsel von vulcanischen Tufen, Flufssand und mehr oder minder vollkommenen Travertinschichten bis zu einer Höhe von mehr als 130 Fufs über dem Flufsspiegel. Leopold von Buch bemerkte zuerst, dafs dieses Aufliegen von vulcanischen Tufschichten auf Travertino in diesem Theile Roms stets die herrschende Regel sey, und er hat zugleich vollständig nachgewiesen, dafs der Pincio gewissermafsen den Anfang einer mächtigen Reihe von senkrechten Travertinfelsen bilde, die sich aufserhalb Rom ununterbrochen von der Porta del Popolo bis fast nach Ponte Molle fortzieht, und in welcher diese Regel der Lagerung mehrfältig wiederkehrt. In dieser Felsenreihe befinden sich die Catacomben von S. Valentino, in der Vigna der Augustiner bei Papa Giulio, die einzigen der Umgegend Roms, welche nicht in vulcanischem Gestein liegen. Leopold von Buch erwähnt nahe dieser Stelle im Travertino deutliche Abdrücke von Platanusblättern, von Kastanien, Nufsbäumen und Lorbeer.

Es mufs dem folgenden Abschnitte vorbehalten bleiben, zu zeigen, was für Erklärungen dieses wichtigen Verhältnisses versucht worden sind. Noch verdient es unstreitig hier bemerkt zu werden, dafs auch auf dem rechten Ufer der Tiber die Bildung des Travertino nicht selten sey. Schon oben erwähnten wir seines Vorkommens aufserhalb Rom an dem Torre di Quinto. Leopold von Buch hat hier eine merkwürdige Stelle bei der Capelle von St. Andrea beschrieben. Innerhalb der Mauer von Rom aber zeigen sich häufige röhrenförmige Concretionen von Kalktuf im Flufssande am Abhange des Janiculus, und Breislak und Leopold von Buch fanden dort unter der Mauer der Villa Pamfili selbst im Tufa

granulare ein Bruchstück von Travertin eingeschlossen, worin sich deutlich *Heliciten* befanden.

B. Schlufsfolgen aus den geognostischen Erscheinungen des römischen Bodens.

Bei der bisher versuchten Darstellung der Thatsachen, welche die Beschaffenheit des römischen Bodens dem aufmerksamen Beobachter wahrzunehmen gestattet, war es dem Zwecke unseres Vorhabens gemäfs, uns so vollkommen als möglich allein auf den Raum zu beschränken, welcher innerhalb der Mauern der Stadt liegt. Der Wunsch, das Gesehene zu erklären, so weit es möglich ist, und es mit den verwandten Erscheinungen dieses Landstriches in Verbindung zu bringen, nöthigt uns, gegenwärtig diese enggesetzten Schranken zu verlassen, und einen Blick auf die Bildung der italienischen Halbinsel überhaupt zu werfen.

Von dem mächtigen Rücken des Apenninengebirges der ganzen Länge nach mit sehr geringer Ausnahme fast stets in seiner Mitte durchzogen, theilt sich der Boden Italiens naturgemäfs in zwei nahe, gleiche, doch wesentlich verschieden gebildete Hälften. Die Apenninenkette selbst ist nach Allem, was wir bis jetzt von ihr wissen, in dem gröfsesten Theile ihrer Masse ein einförmiges Kalksteingebirge von seltener Mächtigkeit. Die steilen Felswände von Tivoli, welche sich unmittelbar aus der Ebene bis zu 2000 Fufs Höhe erheben, sind ganz aus demselben lichtgrauen, dichten, versteinerungsarmen Kalksteine gebildet, welcher die Berge von Pesaro und Urbino einerseits, und andrerseits die Ebenen Apuliens bis zur Spitze von Otranto zusammensetzt. Dieser Kalkstein ist, besonders nach der umfassenden Darstellung, welche ihm Brocchi *) gewidmet, entschieden ein Glied des Flötzgebir-

*) *Conchiliologia fossile subapennina. I. p.* 23—33.

ges; er ist identisch mit den gegenüberliegenden Kalksteinen der Küste Dalmatiens und mit der südlichen Kette der Kalk-Alpen, welche die lombardische Ebene längs der Gebiete von Como, Bergamo, Brescia, Verona u. s. w. begränzen, und welche Breislak (in seiner *Geologia di Milano*) in den Bergen von Brianza in der Ebene bei Mailand beschrieben hat. Mit höchster Wahrscheinlichkeit gehört er deshalb den Gliedern der Juraformation, und wohl theilweise den Bildungen der Kreide an, welche unter allen secundären Formationen die jüngsten, so wie auch unstreitig die auf der Erdoberfläche verbreitetsten und mächtigsten sind. In ihrem nördlichen und südlichen Theile, im Gebiete von Toscana und selbst in den nördlichen Gegenden des Kirchenstaates, so wie am entgegengesetzten Ende in den Bergen Calabriens, sehen wir diese ausgedehnte Flötzgebirgsbildung auf nicht minder wesentlich und deutlich ausgesprochenen Massen von Uebergangs- und Urgebirgsarten aufliegen. Diese Grundgebirge, die Stützen der hohen Gebirgskette, erheben sich sämmtlich auf der Seite des mittelländischen Meeres, und drängen die Flötzformationen daher auf die entgegengesetzte Seite der adriatischen Küste. Dieses Verhältniſs beschränkt sich indeſs keineswegs allein auf die beiden angegebenen Enden der italienischen Halbinsel, sondern es hat auch in dem dazwischenliegenden Landstriche einen durchgreifenden Einfluſs auf die Gestaltung des Bodens, dessen genauere Kenntniſs wir dem Talente und dem Fleiſse des trefflichen Brocchi verdanken. Es ist nach ihm in diesem Lande die allgemeine Regel, daſs überall, wo die hügelige Ebene des mittelländischen Küstensaumes eine Entblöſsung ihrer Grundlagen gestattet, Hervorragungen älterer Gebigsarten, unüberdeckt von Apenninen-Kalkstein, unmittelbar an die Oberfläche treten. Nächst dem Littorale des ligurischen Meeres, dessen Uebergangsgebirge noch mit der Hauptmasse der Apenninen selbst in offener und deutlicher Verbindung steht, zeigen sich

die Glieder dieser Formation fast überall an dem äufsersten Küstenrande von Toscana, dem aus primitiven Gesteinen gebildeten Elba gegenüber. Im Kirchenstaate finden wir das Vorkommen von mehr oder minder entschiedenen Uebergangsgesteinen, in Brocchi's *Catalogo ragionato* zunächst aus der Nähe von Ronciglione bemerkt; eben so zwischen den Ciminibergen und Monte Fiascone, in der Nähe von Viterbo, zwischen Civita Vecchia und la Tolfa, und endlich von dem inselartig hervortretenden Felsen des Capo Circello bis Terracina. Auch ist auf den benachbarten Ponza-Inseln erst neuerlich wieder das Vorkommen von Uebergangskalkstein nachgewiesen *).

Auf dem gegenüberliegenden adriatischen Gehänge des Gebirges aber fehlen diese Reste von älteren Formationen durchgängig. Dürfen wir daher die Apenninenkette, wie alle Gebirgsketten der Erdoberfläche überhaupt, nach der einflufsreichen Vorstellung Leopold von Buch's als erhoben aus den Spalten der Erdrinde, ja muthmafslich, ihrer geognostischen Beschaffenheit wegen, als die aufklaffenden Ränder einer solchen gigantischen Spalte selbst ansehen; so ist es nun klar, dafs die erhebende Ursache auf der westlichen Seite des Gebirges der Oberfläche bei Weitem näher liegen müsse als auf der östlichen. Gewifs entspricht schon diesem Bilde der von Allen bemerkte ungleich steilere Abfall der Apenninen auf ihrer südwestlichen Seite. Mehr noch, es folgt daraus unmittelbar der Grund für das Auftreten der zahlreichen Vulcane dieses Landes immer nur in dem Raume, der zwischen dem Gebirge und dem mittelländischen Meere liegt, nie aber auf der entgegengesetzten Seite. Dort nämlich drückt auch noch die ungeheure Masse des Apenninen-Kalksteins ihre in der Tiefe verborgene Grundlage; hier aber wird sie, von dieser Decke befreit, leichter den unterirdischen Expansivkräften den Ausweg gestatten. Doch

*) Am Cap Negro auf Jannone. Vergl. *Geological Transactions. Second Series. Vol. II. Part. II. p. 220. Plate XXV. Fig. 6.*

bevor wir zu der speciellen Entwickelung dieses Verhältnisses übergehen, wird es nöthig seyn, dem Zwecke dieser Darstellung näher zu treten.

Der Raum, welcher zwischen dem höheren Rücken des secundären Gebirges und den Küsten des Meeres liegt, ist zu beiden Seiten der Apenninenkette, mehr oder minder unterbrochen, durch ausgedehnte Massen eines Sandsteins und Mergels von sehr junger Bildung bedeckt. Die ungeheure Masse von Meeresresten, von wohl erhaltenen Conchylien, die oft kaum ihre Farbe und ihre animalische Substanz verloren haben, von grofsen Cetaceen u. s. w., die in dieser ausgedehnten Formation vorkommen, hat ihr schon früh an vielen einzelnen Orten die Aufmerksamkeit der Naturforscher erworben. Brocchi aber hat sie zuerst in einem classischen Werke unter einem gemeinsamen Bilde zusammengefafst, und dem von ihr überdeckten Gebiete den sehr schicklichen Namen der subapenninischen Hügel gegeben. Wir sehen aus der Darstellung, die er entworfen, dafs diese Hügel auf der Seite des mittelländischen Meeres im Gebiete von Lucca beginnen, und nach einigen Unterbrechungen im neapolitanischen Gebiete erst an der Südspitze Italiens, bei Reggio in Calabrien, aufhören. *Die marinischen Hügel* des rechten Tiberufers bei Rom, die *Sandsteine und Mergel* des Vaticans und Janiculus, die älteste Grundlage des römischen Bodens bildend, gehören mithin den Gliedern dieser neuen Formation an. Die Vergleichungen, welche Brocchi deshalb angestellt hat, zeigen, dafs ihre innere Constitution und ihre organischen Reste völlig mit anderen Punkten des Vorkommens derselben in Italien übereinstimmen. Eben so wenig hat die Höhe, bis zu welcher sie im nahen Monte Mario aufsteigen, etwas Ungewöhnliches; denn in dem Berge, auf welchem die kleine Republik San Marino liegt, erheben sich vollkommen gleichartige Schichten, nach der Messung von Saussure, bis zu einer Meereshöhe von mehr als 2000 Fufs. Die

Bestimmung der Periode, in welcher diese Schichten sich bildeten, ist gegenwärtig mit grofser Genauigkeit möglich. Sie kann erst eingetreten seyn, nachdem die erste Erhebung der secundären Apenninenkette bereits stattgefunden hatte; denn im Innern derselben zeigt sich von ihnen über die eben genannte Höhe hinaus nirgend eine Spur. Sie bedecken überall, wo sie vorkommen, sowohl den Apenninen-Kalkstein als die älteren Formationen, übergreifend und abweichend. Brocchi hat sie deshalb zuerst in die Reihe *tertiärer Formationen* gestellt, und diese Stelle ist ihnen später noch besonders durch die Vergleichung ihrer organischen Reste gesichert worden. Prevost bemühte sich zuerst zu erweisen, dafs sie insbesondere der oberen Abtheilung des Pariser Grobkalkes (*Calcaire grossier*) verglichen werden können, und Brogniart bestätigte später ausdrücklich diese Ansicht *), nachdem er mit Brocchi gemeinschaftlich die Gegend von Rom untersucht hatte.

Die Brocken der älteren Gebirgsarten, welche den Sandstein und die losen Gerölle des Janiculus und seiner Fortsetzungen bilden, sind, wie Leopold von Buch schon bemerkt hat, sämmtlich den nahen Apenninen entnommen. Durch Meeresfluthen hieher zusammengeführt, welche einst in ansehnlicher Höhe den Fufs des Gebirges bespülten, bildeten sich diese beträchtlichen Anhäufungen, unabhängig von der heutigen Vertheilung der Flufsthäler; und der nachmalige Lauf der Tiber im Thale von Rom ist deutlich durch die Unebenheiten des Bodens, welchen sie vorfand, bestimmt worden. Doch bevor die Einwirkungen süfser Gewässer sich zeigen, erscheinen auf dem Boden des alten Meeres die Producte vulcanischer Bildung. Die Vulcane Italiens, deren allgemeines Verhältnifs zu der Gestaltung des italischen Bodens wir schon oben berührt haben, folgen einander von der Gränze Toscana's in einer deutlichen nachweisbaren

*) *Description géologique des environs de Paris*, p. 792.

Linie, die hier, wie so häufig, den Rändern des nahen Gebirges parallel läuft *).

Roms nächste Umgegend liegt zwischen zweien der bedeutendsten Mittelpunkte dieser wichtigen vulkanischen Reihe, deren sämmtliche Glieder, mit Ausnahme des letzten in den Feldern Campaniens, bereits vor dem Erscheinen des Menschengeschlechts in diesem Lande erloschen sind. In N. oder mehr in NW. die trachitischen Monti Cimini, zwischen Viterbo und Bolsena, und mit ihnen die erloschenen Krater von Bracciano und la Tolfa; südöstlich das basaltische Albaner-Gebirge mit den Höhen von Frascati und Marino und den alten Kratern von Albano und Nemi.

Die Veränderungen, welche an diesen Bergen in der Gestaltung des römischen Bodens geschehen sind, datiren sich später als die Bildung der tertiären Gebirgsarten. Gewifs ist es eine auffallende Thatsache, deren zuerst Leopold von Buch gedenkt, dafs in den Sandsteinhöhen bei Rom sich niemals unter den zahlreichen Geschieben, die sie einschliefsen, Producte des Albaner-Gebirges finden. Vergebens sucht man Stücke von Lava, von Tuf, Peperin oder ähnlichen Bildungen, die man doch selbst auf den Abhängen dieser Hügel so häufig zerstreut findet. Ueberall hier, wie im ganzen Italien, liegen die Massen vulcanischer Tufe, die Lavaströme der ältesten

*) Breislak beschränkte den vulcanischen District jener Gegend, welche zunächst in Beziehung mit dem römischen Boden steht, auf die Zwischenräume zwischen den Höhen von Radicofani, und dem Albaner-Gebirge; und lange Zeit glaubte man, dafs die Vulcane von Latium von denen Campaniens völlig getrennt wären. Indefs ist es neuerlichst gleichfalls von Brocchi erwiesen worden, dafs die vulcanische Linie da, wo der Kalkstein der Apenninen bis an den Rand der pontinischen Sümpfe vortritt, keinesweges, wie es den Anschein gewinnt, unterbrochen wird. Er folgte den häufigen Spuren vulcanischer Gesteine durch das Thal der Herniker, und fand hier die Apenninenkette der Länge nach getheilt in der geradlinig fortsetzenden Furche, die der obere Theil des Garigliano durchströmt.

Zeit und alle die unzähligen Gesteine, die den Wirkungen unterirdischer Entzündung ihren Ursprung verdanken, nach den Zeugnissen bewährter Beobachter stets auf den Schichten der subapenninischen Hügel. So haben wir es früher bereits am Janiculus und am Vatican nachgewiesen, so ist es wahrscheinlich auch am Fuſse des tarpejischen Felsen, und überall gleichförmig fortgehend unter der Decke der sieben Hügel: *überall unten die Meeresbildung, und über ihr verbreitet die Producte vulcanischer Wirkung.*

Nicht so übereinstimmend indessen sind die Vorstellungen der Geognosten von den besonderen Ursachen und Verhältnissen der Bildung dieser Gesteine innerhalb der Mauern von Rom. Breislak zuerst hat in dieser Beziehung eine sehr überraschende Hypothese vorgetragen. Er glaubte aus der Gestalt der sieben Hügel die Ansicht herleiten zu können, daſs vormals in der Mitte des alten Roms, auf dem Forum romanum selbst, sich der Krater befand, aus welchem alle die vulcanischen Producte der Umgebung hervorgestoſsen wurden. Ja er glaubte noch kleine Seitenkrater auf dem äuſsersten Hügel des Aventin und im Intermontium des Capitolinus zu entdecken, und er sah in dem Tufe dieser Hügel, den wir oben schon als ein mechanisches Aggregat von vulcanischen Substanzen betrachtet haben, nichts Anderes als wirklich geflossene Lava. Die Gründe, womit ihr Urheber diese eigenthümliche Ansicht zu stützen suchte, sind indeſs früh schon von Leopold von Buch, und auch später von Brocchi, aus der natürlichen Beschaffenheit des römischen Bodens selbst widerlegt worden. Ein Blick auf die besseren Charten der Stadt, und namentlich auf den vortrefflichen Plan von Nolli, den beide Naturforscher ihren Betrachtungen zum Grunde legten, verglichen mit der Charte, welche Breislak seinem Werke hinzugefügt hat, zeigt deutlich, wie willkührlich und wie gewagt die Veränderungen sind, welche wir

in Lage und Gestalt aller einzelnen Theile dieses Bodens vornehmen müssen, um ihm die Form der zerrissenen Umwallung eines Kraters in der angegebenen Lage zu geben. Doch mehr noch, es ist überzeugend erwiesen, dafs der *Tuf* dieser Gegend *nicht Lava* sey.

Breislak betrachtete seine Masse, wie mit Recht die Substanz aller Laven, als krystallisirt aus den verschiedenen Fossilien ihrer körnigen Zusammensetzung. Leopold von Buch indefs urtheilt ausdrücklich, dafs nie seine Theile so scharf und so regelmäfsig mit einander verbunden vorkommen, dafs man sie für an Ort und Stelle entstandene Krystalle würde halten können.

Häufig tragen sie deutlich an sich die Spuren der Zerstörung an der Oberfläche, die sie erlitten haben müssen, als sie von entfernteren Punkten hierhergeführt wurden. Namentlich zeigt sich diefs sehr schön an den zahlreichen Leuciten, die oft alles Frische verloren haben, und sich durch successive Uebergänge von Aufsen nach Innen in trübe und mehlige Flecken auflösen. Wie sollte man auch wohl die beständig geschichtete Beschaffenheit dieses Tufes, das Vorkommen von Anschwemmungsstreifen, die deutliche Vermischung mit abgerollten Geschieben von vulcanischen und fremden Gebirgsarten, von welcher wir oben mehrfache Beispiele angaben, und viele andere verwandte Erscheinungen, mit der Vorstellung vereinigen können, dafs einst diese Massen sich im Zustande feurigen Flusses befanden? Führen uns doch vielmehr alle diese Verhältnisse naturgemäfs unmittelbar zu der Ansicht hin, dafs die vulcanischen Bestandtheile des Tufes nur vermittelt durch den Einflufs der Gewässer ihre gegenwärtige Beschaffenheit angenommen haben. In der That ist es auch diese Vorstellung, welche die beiden letztgenannten Naturforscher vortrugen.

Waren es indessen die Gewässer des Meeres, die der Tufdecke des römischen Bodens ihren Ursprung ga-

gaben, oder entstanden sie aus den Wirkungen der süfsen Gewässer des Landes?

Leopold von Buch scheint geneigt, diese Frage zu Gunsten der letzten Voraussetzung lösen zu wollen, und in der That würden auch wohl die Gründe, die er anführt, entscheidend seyn, wären die Bildungen, deren Untersuchung uns hier beschäftigt, allein auf den Boden von Rom beschränkt. Tuf und Travertino, der doch so unläugbar ein Absatz aus süfsem Gewässer ist, sind hier mehrfach, wie wir oben gesehen haben, unregelmäfsig wechselnd durch einander geworfen. Fast alle Hügel Roms zeigen Beispiele von Tufschichten, welche deutlich auf regelmäfsig gelagertem Travertino ruhen, und was von der Bildung der einen dieser Schichten gilt, das darf auch begreiflich alsdann nicht von der andern geläugnet werden. »Die Formation dieser zwei merkwürdigen in äufserem Ansehen, in Mischung und Art der Bildung so sehr verschiedene Gebirgsarten ist nichts desto weniger doch gleichzeitig gewesen.« Das sind die eigenen Worte dieses geistreichen Naturforschers. Die Ansicht dagegen, welche Brocchi von der Bildungsweise der vulcanischen Tufe dieser Gegend vorgetragen hat, schliefst die Wirkung des süfsen Gewässers bei ihrer Entstehung völlig aus, und sie verdient es gewifs, dafs wir hier die Gründe genauer entwickeln, deren sich dieser talentvolle Beobachter zur Unterstützung seiner Vorstellungen bedient hat.

Zuerst ist es unstreitig von besonderer Wichtigkeit zu beachten, dafs die Tufdecke Roms im Gebiete der vulcanischen Zone von Italien durchaus nicht isolirt, sondern regelmäfsig von den Bergen bei Sta Fiora im toscanischen Gebiete durch die Romagna bis in die Ebene Campaniens, in den Umgebungen des Vesuv und der phlegräischen Felder verbreitet ist. Solch eine gleichförmig unter Vermittelung des Wassers gebildete Schicht von so ansehnlicher Ausdehnung aber deutet entschieden auch schon auf eine eben so grofse Verbreitung des Ge-

wässers hin, das ihren Absatz und ihre Verfestung bewirkte. Süfse Gewässer können solche Verhältnisse nicht leicht hervorgebracht haben. Doch ferner noch kommt auch diese Tufbildung auf Inseln und solchen Landstrecken vor, die der Flüsse ganz entbehren, oder doch nur sehr sparsam von süfsen Gewässern bespült werden; so fand ihn Brocchi sehr deutlich auf Ischia und auf Procida, die ganz ohne Flufs sind; auf Lipari ist er erst neuerlich durch die Forschungen des wohlunterrichteten Reisenden Hrn. Rüppel entdeckt worden, und auch auf Sicilien zeigt sich der Tuf ganz besonders im Bezirk von Valle di Noto, der an Wässern so arm ist. Mehr aber noch bezeugen es unstreitig die zahlreichen organischen *Reste von Meeresgeschöpfen*, welche der Tuf hin und wieder bis zur beträchtlichen Höhe einschliefst, und deren Brocchi an sehr vielen Punkten Erwähnung thut. So fand man unter Anderm im Peperin in einer Lage von Bimsteinen, welche mit Tufa granulare vermischt war, 2½ Millien von Montalto, am Wege von Corneto, sehr häufig die Schalenbruchstücke von Venus islandica. Näher bei Rom, bei Aqua traversa, jenseits des Ponte Milvio, erscheinen in Lagern von Tuf, die mit losem Sande wechseln, Schalen von Seemuscheln. Auf dem Gipfel des Monte Cavo im Albaner-Gebirge grub man aus dunkler vulcanischer Erde sehr wohl erhaltene Purpurschnekken (*Murices*) aus. In der Nähe von Velletri fand man in einer Tufschicht, welche einen Lavastrom bedeckt, Meeresconchylien, welche in dem Museum Borgia aufbewahrt wurden, und nicht minder zahlreich sind die Beispiele solcher Verhältnisse in den phlegräischen Feldern, auf Ischia und in Sicilien.

Seit die Vulcane Italiens dem Meere entrückt worden sind, haben sie überdiefs nie mehr Tufmassen gebildet, welche irgend mit der ältesten Decke des vulcanischen Bodens verglichen werden können, selbst der bekannte Tuf, welcher Herculanum bedeckt, ist nur von

sehr geringem Zusammenhalt, den er feucht und durch Druck erst erhalten hat. Und überdiefs ist er, wie Lippi entschieden bewiesen hat, durch Alluvionen entstanden. Brocchi glaubt deshalb schliefsen zu können, dafs die Tufdecke Italiens vorzugsweise das Werk submarinisch thätig gewesener Vulcane, oder doch solcher sey, deren Producte vom Meere ergriffen und fortgeführt wurden. Er beruft sich deshalb auf das bekannte Beispiel der Erhebung einer Insel mit Ausbrüchen von Bimstein, vermischt mit Seemuscheln, bei Santorin im Archipelagus, dem wir leicht noch einige neuer bekannt gewordene hinzufügen könnten. Doch auch Leopold von Buch schien schon früher diese Ansicht sehr zulässig zu finden, wenn er am Schlusse seiner Abhandlung über den Monte Albano sagt:

» Vielleicht wäre Peperin zu erklären als wiederholte Aschenausbrüche, die auf ansehnliche Ferne verbreitet in's Meer fielen und sich hier ebneten. Mit ihnen wurden die Massen aus dem Innern geworfen, die jetzt von Peperin umhüllt werden, die Basalte, die Kalksteine. «

Aehnliches deutet derselbe Naturforscher an, wenn er an einem anderen Orte bei Gelegenheit der grofsen Verbreitung der Bimsteine vom Vatican bis in die Nähe von Civita Vecchia bemerkt:

» Welche andere Kraft aber, als ein allgemein verbreitetes Gewässer ohne grofse Bewegungen hätte diese söhlig liegenden Schichten bis zu solcher Ausdehnung absetzen können? «

Woher aber rührt nun diefs wunderbare Durcheinandergreifen des Travertin und der Tufschichten, dessen wir oben gedacht, und dessen Vorkommen in den Hügeln von Rom wohl unstreitig Leopold von Buch dort verhindert hat, unbedingt schon früher dieselbe Ansicht von der Bildung der Tufe zu hegen als Brocchi? Auch hierüber hat sich der letztgenannte Gelehrte aus-

führlich, und, wie wir glauben, mit befriedigender Deutlichkeit erklärt.

Er findet es wahrscheinlich, dafs alle die Tufe, welche entweder auf Travertin ruhen oder Süfswasserproducte einschliefsen, nicht mehr in ihrem ursprünglichen Zustande seyen. Sie müssen durch dieselben Gewässer, welche die Bestandtheile des Travertin zusammenführten, an ihrer ersten Lagerungsstelle losgerissen, und späterhin wieder durch chemische Wirkung der aufgelösten Substanzen verkittet worden seyn.

Man mufs daher sehr wohl, nach Brocchi, Tufa originale und Tufa ricomposto unterscheiden, wenn gleich beide sich oft in ihren äufseren Eigenschaften ungemein ähnlich sehen, und nur durch die Verhältnisse ihrer Lagerung gesondert werden können.

Noch müssen wir bemerken, was für die Geschichte des römischen Bodens unstreitig von besonderem Interesse ist, dafs auch, nach Brocchi's sehr fleifsigen Untersuchungen, die Geburtsstätte des römischen Tufes nicht, wie es doch anfänglich scheinen möchte, in den Vulcanen des Albaner-Gebirges ist. Sie mufs vielmehr mit überwiegender Wahrscheinlichkeit in den entfernteren Monti Cimini und in den Bergen um den Lago di Bracciano gesucht werden. Schon in seinem Catalogo ragionato hat er mehrfach darauf aufmerksam gemacht, dafs das heutige Vorkommen der Bimsteine in den Tufen bei Rom mit der Ansicht von ihrer Entstehung aus den Bergen von Albano und Tusculum deutlich im Widerspruche stehe. Diese Vulcane haben, wie schon Gmelin bemerkte, niemals Bimstein erzeugt, und man findet in ihnen den römischen Steintuf nicht, dagegen statt seiner stets den Rom fremden Peperino. Nach den entgegengesetzten Richtungen von Rom aus verbreitet sich eine Tufa litoide, von welcher die römische nur eine leichte Abart ist, bis weit über die Cimini-Berge hinaus. Sie ist rothbraun oder rothgelb, enthält Feldspath und grofse

Stücke orangefarbiger schlackiger Bimsteinlava, die im römischen Tufe sich nur in kleinen Stücken findet. Ja es ist überhaupt bei ihr allgemeine Regel, dafs die Kleinheit und zugleich auch der festere Zusammenhalt der Bestandtheile zunimmt, jemehr man sich von NW. her den römischen Hügeln nähert, wo das Ende dieser Masse zu seyn scheint.

Wenn wir bisher zur Erklärung der geologischen Phänomene, welche die ältesten Bildungen Roms und die ihnen folgende vulcanische Decke darbieten, einer völlig von der heutigen verschiedenen allgemeinen Vertheilung der Gebiete des Meeres und des Festlandes bedurften; so treten uns dagegen in den jüngsten der Schichten, die den römischen Boden zusammensetzen, *in den Bildungen des Mergels und Flufssandes,* und in den mächtigen *Travertinlagern* die Zeugen eines Zustandes entgegen, der auch in localer Beschränktheit der gegenwärtigen Beschaffenheit dieses Landes sehr nahe kommt. Die Vulcane der Umgegend waren bereits wie heute erloschen, als diese Schichten sich bildeten, der innere Aufruhr der Erdrinde hatte bereits aufgehört, das Meer war schon nahe in seine gegenwärtigen Schranken zurückgetreten, und vielleicht hatten seine letzten Strömungen dazu beigetragen, die breite Furche des Hauptthales und seiner Nebenthäler auszuhölen: die grofse Thalebene der Tiber sowohl als alle die kleinen Zwischenthäler, welche die Hügel Roms von einander scheiden, wurden zugleich von den eben genannten Bildungen süfsen Gewässers bedeckt; sie mufsten also bereits schon vorhanden seyn, als diese sich einstellten. Der Zustand der organischen Schöpfung mufste überdiefs ebenfalls damals schon der gegenwärtigen gleich seyn; denn die Reste von Geschöpfen, die einst in ihnen lebten, stimmen vollständig mit den noch gegenwärtig in dieser Gegend lebenden überein. Völlig vollendet indessen konnte damals die Thalbildung noch nicht seyn, das beweisen die ausge-

dehnten Verbreitungen der Schichten des süfsen Wassers an Orten, welche gegenwärtig bei Weitem nicht mehr von demselben erreicht werden. Die Tiber der Vorzeit mufs sich innerhalb Rom mehr als 130 Fufs hoch über ihren gegenwärtigen Spiegel erhoben haben. Indefs auch der Zustand ihres Fliefsens ist vormals ein anderer gewesen; die heutige Tiber bildet weder den Mergel und Sand mehr, der die Ebene des alten Roms deckt, noch erzeugt sie ein Gestein, das dem Travertin verglichen werden könnte. Die Schneckenüberreste, die in diesen Bildungen vorkommen, sind überdiefs auch niemals solche, welche noch in ihrem Bette zu leben vermögen; es sind sämmtlich Bewohner des stagnirenden oder nur sehr träge fliefsenden Wassers gewesen. Es mufs daher das Wasser des Flusses vormals hier in grofser Ausbreitung still gestanden haben. Der Strom ist einst ein Landsee gewesen, von dessen vormaligem Daseyn alle Beobachter sprechen, welche diese Gegend, wenn auch nur mit vorübergehender Aufmerksamkeit, betrachtet haben.

Leopold von Buch sagt unter Anderm: »Jeder Schritt in der römischen Ebene offenbart uns die Spuren, welche dieser grofse Landsee zurückliefs,« und an einem andern Orte zeigt er mit überzeugenden Gründen, dafs gerade die grofse Ruhe des Absatzes es sey, die den alten Travertin von dem neuen in Röhren und Wasserleitungen sich bildenden unterscheidet.

Breislak hat besonders ausführlich dargethan, wie die noch fortwährend vor sich gehende Travertinbildung in den kleinen Lagunen der Solfatara, und im Lago di Tartaro bei Tivoli, nur in sehr verringertem Maafsstabe, dieselben Erscheinungen darstellt, welche einst auf dem Boden der römischen Ebene in grofser Allgemeinheit statt-fanden. Doch dürfen wir keinesweges vergessen, dafs scheinbar im Widerspruch mit diesen Phänomenen sich aus dieser Periode auch die Beweise von einer zuweilen heftigeren Bewegung des Flusses nachweisen lassen. Sie

sind in zahlreichen und grofsen *Geröllen* von Kalkstein und Lava basaltina begründet, die hin und wieder in beträchtlicher Höhe auf dem Travertino gelagert vorkommen; denn die heutige Tiber vermag nicht mehr solche Massen selbst in ihrem Bette bis hierher zu rollen, sie setzt vielmehr, nach Brocchi's Nachweisungen, ihren gröbern Kies schon zu Gavignano und Filacciano, 30 Millien oberhalb Rom, ab, den feinern zu Monte Rotondo, 12 Millien von Rom, und es folgt ihr von dorther bis zu ihrer Mündung nur noch der bekannte sehr feine gelbliche Sand, welcher ihr schon bei den Alten den Beinamen der Blonden erwarb:

In mare cum *flava* prorumpit Tibris *arena.*
(Ovid. Metam. XIV.)

Leopold von Buch ist geneigt, diesen früheren höheren Stand des süfsen Gewässers in dem damals noch nicht vollständig stattgefundenen Rückzuge des Meeres zu suchen, und Breislak sowohl als auch Brocchi folgten ihm in dieser Vorstellung. Wir wissen aber weder, ob der gegenwärtige Zustand der Dinge endlich plötzlich eingetreten sey, und vielleicht dieses schnelle Erniedrigen des Wasserspiegels die Ursache des Herabrollens jener eben genannten Geschiebe wurde, noch was diese letzte Veränderung in der Beschaffenheit dieser Gegend veranlafst habe. Wir bescheiden uns gern, dafs noch die Kenntnifs vieler bedeutender Umstände fehlt, um die zahlreichen geologischen Phänomene, welche die Umgegend Roms darbietet, genügend begreifen zu können, und wir schliefsen auch jetzt noch diese Betrachtung mit den Worten, welche Leopold von Buch einst gebraucht hat, dafs wir weit davon entfernt sind zu glauben, den Schleier heben zu können, welcher vielleicht lange noch diese ewig denkwürdigen Gegenden bedecken wird.

Anhang. Um das auf Taf. I. dargestellte Bild des römischen Bodens zu vervollständigen, fügen wir, aus dem erwähnten Werk entlehnt, noch die Messungen einiger der hauptsächlichsten Höhenpunkte in und neben der Stadt hinzu.

	Fuſs üb. d. Meer.	Gewährsmann.
Vatican.		
Boden der Peterskirche	93	Calandrelli
Janiculus.		
Boden der Kirche von S. Pietro in Montorio	185	dito
Höhe über den Fontanoni . . .	297	dito
Capitolin.		
Westliche Ecke der Rupe Tarpea	141,8	Shukburg
Boden der Kirche von Araceli .	151	Calandrelli
Palatin.		
Boden d. Kirche v. S. Bonaventura	160	dito
Aventin,		
Boden der Kirche von S. Alessio	146	dito
Spitze d. Monte testaccio . . .	153	Conti und Ricchebach
Caelius.		
Boden der Laterankirche	158	Calandrelli
Esquilin.		
Beim Bilde der Roma	236,8	Schouw
Viminal.		
Boden der Kirche S. Lorenzo in Panisperna	160	Calandrelli
Quirinal.		
Bod. d. Kirche S. Maria degli Angeli	170	dito
Pincius.		
Spitze desselben	287,4	Conti und Ricchebach
Tiber.		
Mittlere Höhe bei Ripetta . .	20	Calandrelli

II. *Ueber einige officinelle Verbindungen des Quecksilbers; von C. G. Mitscherlich.*

Chlorwasserstoffsaures Ammoniak-Quecksilberoxyd (*Mercurius praecipitatus albus*).

Die neuen Untersuchungen über diesen Körper wurden von mehreren Seiten zu gleicher Zeit angestellt; sie weichen in sofern von einander ab, als sie die relative Menge des Salmiaks und des Quecksilberoxyds verschieden bestimmen.

Soubeiran*) fand bei der Analyse dieser Verbindung mehr Quecksilberoxyd und weniger Salmiak, als meine Untersuchungen mir gegeben hatten. Zur leichtern Uebersicht der folgenden Versuche mag eine kurze Auseinandersetzung des von Soubeiran angewandten analytischen Verfahrens und deren Resultate hier folgen.

Eine Sublimatauflösung wurde mit geringem Ueberschufs von Ammoniak gefällt, der erhaltene Niederschlag wurde darauf filtrirt, ausgesüfst und getrocknet. Eine gewogene Quantität des so erhaltenen Präcipitats wurde durch Schwefelwasserstoff zersetzt, und aus dem gebildeten Schwefelquecksilber ergab sich die Menge des Quecksilberoxyds der dargestellten Verbindung durch Rechnung. Die vom Schwefelquecksilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde durch salpetersaures Silber gefällt, und aus dem erhaltenen Chlorsilber der Chlorgehalt berechnet. Den Ammoniakgehalt berechnete Soubeiran aus dem Verluste. Durch sorgfältige und öfters wiederholte Untersuchung versuchte Soubeiran die Fehler zu vermeiden, die durch die Methode, welche er anwandte, leicht hatten entstehen können. Soubeiran fand folgende Verhältnisse:

*) *Journal de pharmacie, Mai* 1826.

Quecksilberoxyd	89,23
Chlorwasserstoff Ammoniak	10,77

Chlorwasserstoff und Ammoniak sind also in einem solchen Verhältnifs vorhanden, dafs sie ein neutrales Salz, den Salmiak, bilden; die Chlorwasserstoffsäure verhält sich aber zum Quecksilberoxyd so, dafs nur der vierte Theil der Säure vorhanden ist, die erfordert wird, um mit dem Quecksilberoxyd Sublimat zu bilden.

Als Soubeiran's Abhandlung erschien, hatte ich meine Untersuchung über denselben Gegenstand beendigt, und machte sie bekannt *).

2,038 Grm. *Mercurius praecipitatus albus* mit Schwefelbarium der Destillation unterworfen, bildeten, indem das entwickelte Ammoniak mit Chlorwasserstoffsäure gesättigt wurde, 0,369 Grm. oder 18,15 Proc. Salmiak, welche 12,33 Chlorwasserstoff oder 11,99 Chlor enthalten. Die Chlorwasserstoffsäure wurde durch Zersetzung der Verbindung mit Schwefelbarium als Chlorbarium bestimmt, darnach betrug das Chlor 13,17 Proc. Durch Reduction mit Zinnchlorür erhielt ich 76,38 Proc. metallischen Quecksilbers, welche 26,71 Chlor erfordern, um Sublimat zu bilden **).

Aus dieser Analyse folgte, dafs in der Verbindung Chlorwasserstoff und Ammoniak, dessen Bestimmung jedoch nicht mit der gröfsten Genauigkeit angestellt werden kann, mit einander zu einem neutralen Salze, zu Salmiak, verbunden sind, und dafs das Chlor im Chlorwasserstoff hinreicht, um mit der Hälfte des Quecksilbers Sublimat zu bilden. Demnach berechnet, würde die Verbindung in 100 Theilen zusammengesetzt aus:

*) Poggendorff's Annalen d. Physik u. Chemie. Bd. IX. 1827.

**) Ich führe absichtlich diese Thatsache noch einmal an, da sich bei Berechnung des Ammoniaks aus dem Salmiak ein Rechnungsfehler eingeschlichen hat, der die Quantität des Ammoniaks in den Analysen zu grofs angiebt. Er ist indefs ohne Einflufs auf die angeführte Resultate in der früheren Abhandlung.

Quecksilberoxyd	80,26		
Salmiak	19,74	Ammoniak	6,33
		Chlorwasserstoffsäure	13,37

Soubeiran *) wiederholte darauf seine Versuche nach der von mir angewandten Methode, und fand dieselben Resultate, die er früher erhalten hatte.

Bisher an jeder chemischen Untersuchung gehindert, ergriff ich jetzt die Gelegenheit den Grund dieser abweichenden Resultate zu suchen, und glaube durch folgende Versuche die Richtigkeit meiner damaligen Untersuchungen darthun zu können.

Eine Auflösung des Sublimats wurde mit Ammoniak einmal in Ueberschufs des letzteren, ein anderes Mal ohne Ueberschufs gefällt, und endlich wurde das Doppelsalz aus Salmiak und Sublimat durch kohlensaures Kali zersetzt. Alle drei Niederschläge wurden einzeln ausgesüfst, doch verlor sich selbst nach 3 Tagen noch nicht die Reaction des Chlorwasserstoffs, wenn salpetersaures Silber dem Aussüfsungswasser zugesetzt wurde. Eine geringe Löslichkeit dieses Salzes hätte diese Erscheinung hervorbringen können, aber Hydrothionammoniak zeigte keine Spur von Quecksilber in der Flüssigkeit. Blaues Lackmuspapier wurde nicht geröthet, woraus folgt, dafs keine freie Säure vorhanden war. Dagegen röthete sich das in die Flüssigkeit eingetauchte Lackmuspapier nach einiger Zeit an der Luft, wie das bei einer Salmiakauflösung der Fall ist. Bei allen drei Präparaten fand ein gleiches Verhalten statt.

Aus diesen Reactionen konnte man mit Recht folgern, dafs der *Mercurius praecipitatus albus* sich durch das Aussüfsen so zersetze, dafs er Salmiak abgebe, und gleichsam ein basischeres Salz bilde, eine Vermuthung, die aus den nachfolgenden Versuchen zur Gewifsheit wird, und die auch sehr für die Ansicht spricht, dafs Salmiak sich hier gegen Quecksilberoxyd als Säure verhalte.

*) *Annales de chimie et de physique*, T. XXXVI. 1827.

Der *Mercurius praecipitatus albus* wie oben bereitet, mehrere Tage hindurch sorgfältig ausgesüfst, hat eine gelbliche Farbe. Untersucht man diese Verbindung, indem man das so erhaltene Pulver von gelblicher Farbe in einer Glasröhre erhitzt und sublimirt, so erhält man ein weifses Pulver (Calomel) und metallisches Quecksilber, während nach meiner Analyse nur Calomel sich hätte erzeugen können.

Um diese Erscheinungen zu prüfen wurde eine Sublimatauflösung durch Ammoniak gefällt, ohne es bis zur alkalischen Reaction hinzuzusetzen, so dafs die abfiltrirte Flüssigkeit durch Ammoniak noch gefällt wurde. Das Präcipitat wurde darauf filtrirt, und so lange ausgewaschen, als Ammoniak im Aussüfsungswasser noch einen Niederschlag hervorbrachte. Das Pulver wurde darauf möglichst sorgfältig zwischen Papier getrocknet, und unterschied sich von der früher untersuchten Quantität schon merklich durch die Farbe, die hier viel weifser, dort gelblich war. Kurz vor dem Trocknen, als Ammoniak nur noch eine schwache Trübung in der Flüssigkeit zeigte, wurde eine kleine Quantität in einer Glasröhre sublimirt, und es zeigte sich durchaus kein metallisches Quecksilber in der Röhre. Das sublimirte weifse Pulver war Calomel und Sublimat in sehr geringer Menge. Letzteres ergab sich dadurch, dafs das sublimirte Pulver mit Wasser gewaschen, einen sehr geringen Theil an das Wasser abgab, der durch salpetersaures Silber weifs gefällt wurde.

Das mit der gröfsten Sorgfalt bei der möglichst niedrigen Temperatur getrocknete Pulver wurde analysirt. Der Chlorwasserstoff wurde hier, wie früher bei diesem und ähnlichen Salzen bestimmt. 1,842 Grm. dieser Verbindung wurde mit Schwefelbarium bei gelinder Hitze digerirt, und in der abfiltrirten Flüssigkeit wurde das überschüssige Schwefelbarium durch einen Strom von Kohlensäure vollkommen zersetzt und durch Filtration entfernt. Die abfiltrirte Flüssigkeit wurde darauf abge-

dampft, wieder aufgelöst und filtrirt. Durch Zusatz von salpetersaurem Silber wurde 1,04 Grm. Chlorsilber oder 14,35 Proc Chlorwasserstoffsäure gefunden. Den Ammoniakgehalt und den Quecksilbergehalt noch einmal genau zu bestimmen, hielt ich für überflüssig, da aus obigen Bestimmungen deutlich hervorging, dafs der *Mercurius praecipitatus albus*, richtig bereitet, die Zusammensetzung habe, welche ich früher angegeben hatte.

Um noch zu erfahren, bis wie weit der *Mercurius praecipitatus albus* durch Wasser zersetzt werde, und ob eine bestimmte Gränze hier stattfinde, wurde eine kleine Quantität des, wie oben bereiteten, Präparats 3 Wochen hindurch ausgesüfst. Es wurde durch das Aussüfsen bedeutend gelber; salpetersaures Silber zeigte in dem Aussüfsungswasser nur Chlorwasserstoff an, und Quecksilber war nicht darin vorhanden. Das Aussüfsungswasser gab nach dem Abdampfen ein in Wasser leichtlösliches Salz, das leicht sublimirt werden konnte, durch Kali Ammoniak entwickelte, mit salpetersaurem Silber Chlorsilber bildete, und durch Hydrothionammoniak nicht geschwärzt wurde.

Das Pulver selbst wurde während dieser Zeit öfters in einer kleinen Glasröhre sublimirt, und zeigte immer mehr metallisches Quecksilber. Im Aussüfsungswasser blieb die Reaction auf Chlorwasserstoff auch noch zu Ende der dritten Woche, doch war sie etwas geringer.

Der *Mercurius praecipitatus albus* besteht also aus Quecksilberoxyd und Salmiak in dem Verhältnifs, dafs die Chlorwasserstoffsäure im Salmiak hinreicht, um mit der Hälfte des Quecksilberoxyd Sublimat zu bilden. Durch Aussüfsen mit Wasser wird der *Mercurius praecipitatus albus* so zersetzt, dafs Salmiak abgegeben wird, und eine Verbindung, die eine relativ gröfsere Menge Quecksilberoxyd enthält, zurückbleibt. Eine solche durch langes Aussüfsen zersetzte Verbindung ist es, welche Soubeiran untersucht hat. Durch Erhitzen kann man den *Mercurius praecipitatus albus* leicht prüfen,

giebt er sublimirt ein in Wasser lösliches Salz, so enthält er Salmiak in Ueberschufs, giebt er diefs nicht und auch kein metallisches Quecksilber, also nur Calomel, so ist er nach dem von mir angegebenen Verhältnisse zusammengesetzt, giebt er etwas metallisches Quecksilber, so ist die Verbindung durch Aussüfsen zersetzt, und hat zugleich eine gelbliche Farbe angenommen.

Salpetersaures Ammoniak-Quecksilberoxydul (*Mercurius solubilis Hahnemanni*).

Viel abweichender, als die Resultate der Untersuchungen des *Mercurius praecipitatus albus*, sind die Ansichten über die Natur und die Zusammensetzung dieses Arzneimittels. Sie beruhen auf neuern chemischen Untersuchungen, die fast zu gleicher Zeit angestellt wurden.

Soubeiran und Pagenstecher fanden verschiedene Zusammensetzung. Die Ansichten beider Chemiker sind von den Resultaten, die ich durch angestellte Versuche erhalten habe, sehr abweichend.

Soubeiran *) untersuchte diesen Körper zu der Zeit, als er die oben angeführte Analyse des *Mercurius praecipitatus albus* bekannt machte. Soubeiran bemerkte bei der Fällung zwei Niederschläge, wovon der erste schwarz, der letzte bei Zusatz von mehr Ammoniak weifs war. In der Mitte lag das Gemenge beider Niederschläge von grauer Farbe. Den schwarzen Niederschlag, den eigentlichen *Mercurius solubilis Hahnemanni*, unterwarf Soubeiran keiner quantitativen Untersuchung, sondern nahm ihn für die basische Verbindung der Salpetersäure mit Quecksilberoxydul, deren Zusammensetzung Grouvelle wie folgt angegeben hat:

Salpetersäure	39,56
Quecksilberoxydul	60,44

*) *Journal de Pharmacie, Sept., Oct., Nov.* 1826.

Soubeiran führt zum Beweise, dafs kein Ammoniak in dem Niederschlage enthalten sey, an, dafs Kali selbst beim Kochen kein Ammoniak entwickle. Um den weifsen Körper vom *Mercurius solubilis Hahnemanni* zu trennen, bedient sich Soubeiran der Eigenschaft desselben, in Salpetersäure unlöslich zu seyn, kocht ihn mit dieser Säure so, dafs Stickstoffoxyd entweicht, und fällt die von dem unaufgelöst gebliebenen weifsen Niederschlage abfiltrirte Flüssigkeit durch kaustisches Kali, um den aufgelösten Theil ebenfalls zu erhalten. Das zugleich niedergefallene Quecksilberoxyd ward in Säure wieder aufgelöst, durch Kali wieder gefällt und als Quecksilberoxydul berechnet. Wiederholte Versuche gaben ein verschiedenes Verhältnifs der Menge des Quecksilberoxyduls zum weifsen Niederschlage. Der weifse Niederschlag quantitativ untersucht, gab ein gleiches Verhalten mit dem salpetersauren Ammoniak-Quecksilberoxyd. Die quantitative Analyse wurde mit Schwefelwasserstoff auf Quecksilber angestellt. Die vom Schwefelquecksilber abfiltrirte Flüssigkeit wurde auf den Gehalt der Salpetersäure so untersucht, dafs eine gewogene Quantität kohlensaures Kali hinzugesetzt und so lange mit Chlorwasserstoff (deren Menge vorher bestimmt war) gesättigt wurde, bis saure Reaction erfolgte. Durch Berechnung wurde dann die Menge der Salpetersäure gefunden. Ammoniak wurde durch Gewichtsverlust und der Salpetersäure entsprechend berechnet. Subeiran suchte durch öftere Wiederholung und die gröfste Genauigkeit im Arbeiten das zu ersetzen, was die Methode zu wünschen übrig liefs, und fand folgende Verhältnisse:

Salpetersäure	5,85
Ammoniak	1,85
Quecksilberoxydul	92,3.

Nach dieser Untersuchung bildete Soubeiran folgende Ansicht über den Vorgang der Zersetzung. Das

Ammoniak entzieht dem salpetersauren Quecksilberoxydul zuerst so viel Salpetersäure, dafs basisch salpetersaures Quecksilberoxydul, der *Mercurius solubilis Hahnemanni*, zu Boden fällt und den schwarzen Niederschlag bildet. Das gebildete salpetersaure Ammoniak verbindet sich alsdann mit dem noch übrigen salpetersauren Quecksilberoxydul zu einem ähnlichen Doppelsalz wie der Salmiak mit dem Sublimat eingeht. Setzt man nun noch mehr Ammoniak hinzu, so fällt der weifse Niederschlag salpetersaures Ammoniak-Quecksilberoxydul zu Boden, und salpetersaures Ammoniak bleibt allein in der Auflösung zurück.

Der schwarze Niederschlag, in dem Soubeiran kein metallisches Quecksilber bemerkte, enthält es stets; wenn man bis zum Erscheinen des weifsen Niederschlags mit dem Zusetzen von Ammoniak fortfährt, enthält es aber nie, wenn die Operation früher unterbrochen wird und mit den gehörigen Vorsichtsmafsregeln angestellt ist. Der schwarze Niederschlag enthält Salpetersäure und Ammoniak. Letzteres läugnet Soubeiran, und ist auch nicht deutlich wahrzunehmen, wenn man kaustisches Kali zur Untersuchung anwendet, unverkennbar tritt aber der Ammoniakgeruch hervor, wenn man eine Quantität dieses Präparats mit Schwefelbarium in einer Glasröhre erhitzt. Die Dämpfe des entwickelten Ammoniaks bläuen das rothe Lackmuspapier und geben mit Chlorwasserstoff, wenn man diesen mit einem Glasstabe heranbringt, die starken weifsen Dämpfe des Salmiaks. Wäre der schwarze Niederschlag auch wirklich basisch salpetersaures Quecksilberoxydul, so könnte er doch in 100 nicht 39,5 Salpetersäure enthalten, da die neutrale Verbindung der Salpetersäure mit dem Quecksilberoxydul nur 19 Proc. Salpetersäure enthält*). In Bezug auf die quantitative Untersuchung, die ich früher bekannt machte, verweise ich auf Poggendorff's Annalen der Physik und Chemie, Bd. IX. 1827.

Beim

Beim Zusatz von mehr Ammoniak bemerkte Soubeiran die Bildung eines weifsen Niederschlags, beobachtete aber nicht, dafs sich zugleich metallisches Quecksilber ausschied. Der weifse Niederschlag, fast durch keine Substanz zersetzbar, wie Soubeiran ebenfalls beobachtete, löst sich in der Kälte in Chlorwasserstoff, wo noch keine oder doch nur eine geringe Einwirkung des Chlorwasserstoffs auf die Salpetersäure statt findet, ohne Entwicklung von Chlor auf. Soubeiran beobachtete diese Erscheinung selbst, hält aber die Verbindung doch für salpetersaures Ammoniak-Quecksilberoxydul, anstatt dafs in diesem Falle sich doch Calomel hätte ausscheiden müssen. Soubeiran's Ansicht könnte vielleicht noch Annahme finden, da sie auf eine Analyse sich stützt, aber hier darf die Methode, die zur Untersuchung angewendet wurde, nicht übersehen werden. Schwefelwasserstoff zersetzt diese Verbindung nicht vollkommen, wenigstens fand ich nach dem Durchstreichen des Schwefelwasserstoffes durch die Flüssigkeit, in die das Salz gebracht war, einen nicht unbedeutenden Theil desselben noch unzersetzt. Da Soubeiran die Salpetersäure aus der vom Schwefelquecksilber abfiltrirten Flüssigkeit bestimmt hat, so konnte er hierdurch keine Bestätigung erhalten.

Bringt man Quecksilberoxydul in eine concentrirte Auflösung von salpetersaurem Ammoniak, so zersetzt dieses sich so, dafs metallisches Quecksilber sich ausscheidet und dafs salpetersaures Ammoniak-Quecksilberoxyd sich bildet. Ist die Auflösung nicht concentrirt und viel Quecksilberoxydul vorhanden, so erfolgt die Zersetzung erst nach längerer Zeit und nur theilweise.

Setzt man zu einer Auflösung von salpetersaurem Ammoniak und salpetersaurem Quecksilberoxydul Ammoniak hinzu, so wird ebenfalls metallisches Quecksilber ausgeschieden, und aus der Auflösung kann man als dann durch kaustisches Kali den weifsen Niederschlag,

welcher salpetersaures Ammoniak - Quecksilberoxyd ist, fällen.

Eine Auflösung von salpetersaurem Ammoniak und salpetersaurem Quecksilberoxydul wird durch kohlensaures Kali so zersetzt, dafs ein schwarzgrauer Niederschlag ausgeschieden wird. Dieser Niederschlag enthält Salpetersäure, Ammoniak und Quecksilberoxydul, wahrscheinlich aber in anderen Verhältnissen, als im *Mercurius solubilis Hahnemanni*, da er eine hellere Farbe hat, und mit Chlorwasserstoff gekocht mehr metallisches Quecksilber giebt.

Der Vorgang der Zersetzung bei der Fällung mufs also ein anderer seyn, als Soubeiran ihn, seinem erhaltenen Resultate zu Folge, mit Scharfsinn aufstellte. Die Scheidung des weifsen Niederschlages vom schwarzen Pulver bewirkte Soubeiran durch Kochen mit Salpetersäure, indem der weifse Niederschlag dabei unlöslich bleibt, und der *Mercurius solubilis Hahnemanni* sich in salpetersaures Quecksilberoxyd umwandeln soll. Es bildet sich dabei allerdings auch salpetersaures Quecksilberoxyd, zugleich aber noch eine Quantität des salpetersauren Ammoniak-Quecksilberoxyds mit Hülfe des Ammoniaks im *Mercurius solubilis Hahnemanni*. Erhielt Soubeiran verschiedene Verhältnisse der Menge des weifsen Niederschlages zum *Mercurius solubilis Hahnemanni*, so war diefs auch zu erwarten, und zwar rührte dieses von dem bald gröfseren, bald geringeren Ueberschufs von Ammoniak, welcher bei der Fällung des salpetersauren Quecksilberoxyduls hinzugesetzt war, indem bei Anwesenheit von mehr Ammoniak auch mehr salpetersaures Ammoniak-Quecksilberoxyd sich erzeugen mufste.

Durch diese Versuche scheint mir Soubeiran's Ansicht hinreichend widerlegt zu seyn, und das bestätigt, was ich in meiner frühern Abhandlung angeführt habe.

Pagenstecher hat schon früher Beobachtungen über dieses Arzneimittel mitgetheilt, doch fehlte damals

eine genauere Untersuchung, die er aber, als Soubeiran's Arbeit erschien, anstellte. Pagenstecher hielt den *Mercurius solubilis Hahnemanni* für metallisches Quecksilber, Quecksilberoxydul und basisch salpetersaures Quecksilberoxyd. Die genauern Untersuchungen *) gaben folgende Resultate, die weder mit Soubeiran's noch mit meinen Untersuchungen übereinstimmten. Bei der Darstellung des Präparats bemerkte Pagenstecher bei der ersten Fällung durch Ammoniak im Niederschlage kein metallisches Quecksilber, sondern erst beim Zusatz von mehr Ammoniak. Den weifsen Niederschlag hielt Pagenstecher für salpetersaures Ammoniak-Quecksilberoxyd, weil metallisches Quecksilber sich ausscheidet und dieser Körper sich in seinen Reactionen ganz gleich dem verhält, der durch Zusatz von Ammoniak zu einer salpetersauren Quecksilberoxydauflösung gebildet wird. Das schwarze Pulver hält Pagenstecher für Quecksilberoxydul, zufällig noch mit basisch salpetersaurem Quecksilberoxydul gemengt, welches zuerst niederfallen soll.

Was oben gegen die Resultate von Soubeiran's Arbeit erwähnt ist, gilt auch hier, doch dürften noch einige Bemerkungen hinzuzufügen seyn. Pagenstecher bemerkte bei der ersten Fällung durch Ammoniak einen gelben Niederschlag, der basisch salpetersaures Quecksilberoxydul seyn soll. So oft ich das Präparat darstellte, beobachtete ich diese Fällung nie, stets wurde die Flüssigkeit zu Anfang dunkelbraun gefärbt. Das basisch salpetersaure Quecksilberoxydul soll nur zufällig beigemengt seyn, und doch ist stets Salpetersäure in demselben Verhältnifs im Präparat vorhanden. Ist Ammoniak im Stande einen Theil des Quecksilberoxyduls vollkommen zu reduciren, so reducirt es auch gewifs die ganze Quantität. Pagenstecher's Ansicht über die Bildung des salpetersauren Ammoniak-Quecksilberoxyds stimmt mit der meinigen überein. Die Analyse mit Hülfe des Schwefel-

*) Buchner's Repertorium für Pharmacie, XXVII. Bd. 1828.

wasserstoffs wage ich indefs für zu unsicher zu halten, da das Pulver sich nicht vollständig zersetzt.

Buchner hat meine Abhandlung aus Poggendorff's Annalen auszugsweise in seinem Repertorium mitgetheilt *), und einige Bemerkungen hinzugefügt, die aber theils schon beantwortet sind, theils hier noch erläutert werden sollen. Buchner beobachtete in jedem Präparat, welches er sich bereitete, metallisches Quecksilber. Wäre diese Beobachtung richtig, so würde der schwarze Niederschlag keine reine Doppel-Verbindung, sondern nur ein Gemenge seyn. Zu chemischen Untersuchungen darf man allerdings auch nur die erste Quantität des Niederschlags anwenden, die sorgfältig mit allen Vorsichtsmafsregeln bereitet kein metallisches Quecksilber enthält. Nur so lange salpetersaures Quecksilberoxydul in grofser Menge im Verhältnifs zum zugesetzten Ammoniak und zum schon gebildeten salpetersauren Ammoniak vorhanden ist, erfolgt der Niederschlag rein, und selbst schon längere Zeit vor der alkalischen Reaction der Flüssigkeit findet eine Zersetzung in Metall und Quecksilberoxyd statt. Bleibt der *Mercurius solubilis Hahnemanni* längere Zeit mit der überstehenden Flüssigkeit, die salpetersaures Ammoniak enthält, in Berührung, so bemerkt man auch obige Zersetzung in Metall und Quecksilberoxyd. Es folgt diefs auch leicht aus der Zersetzung, die ich oben aus einander zu setzen suchte. Ist der gröfste Theil des salpetersauren Quecksilberoxyduls durch Ammoniak zersetzt, so mufs nun das zugesetzte Ammoniak um so stärker einwirken, als weniger salpetersaures Quecksilberoxydul in Verhältnifs zum gebildeten salpetersauren Ammoniak vorhanden ist. Um das Präparat rein zu erhalten, ist es daher unumgänglich nothwendig, das salpetersaure Quecksilberoxydul stets gegen das Ammoniak und salpetersaure Ammoniak bedeutend vorwalten zu lassen.

Buchner erhielt bei einer unterbrochenen Fällung

*) Buchner's Repertorium für Pharmacie, Bd. XXVII.

des *Mercurius solubilis Hahnemanni*, also bei Zusatz von wenig Ammoniak, Krystalle, die er für überbasisches salpetersaures Quecksilberoxydul hält. Sie gaben mit Kochsalz und etwas Wasser gerieben ein weifses Pulver, Calomel, und enthielten daher Salpetersäure und Quecksilberoxydul als neutrale Verbindung. Wäre die Verbindung basisch gewesen, so würde Calomel und Quecksilberoxydul ausgeschieden worden seyn, welche zusammen ein grünliches Pulver geben. Auch die Bereitung spricht für diese Meinung, da durch den ersten Znsatz von Ammoniak nur die Säure abgestumpft wurde, welche zur Auflösung des salpetersauren Quecksilberoxyduls gedient hatte.

Unguentum hydrargyri cinereum.

Ein Theil metallischen Quecksilbers und zwei Theile Hammeltalg und Schweinefett innig zusammengerieben, geben die graue Quecksilbersalbe. Sie hat eine blaugraue Farbe, und darf durchaus kein für das Auge wahrnehmbares metallisches Quecksilber enthalten.

Dafs in dieser Salbe stets metallisches Quecksilber sich findet, ist durch frühere Versuche mit Sicherheit erwiesen, aber nicht, dafs alles Quecksilber als Metall darin enthalten sey. Neuere Versuche scheinen sogar wahrscheinlich zu machen, dafs ein Theil des metallischen Quecksilbers oxydirt sey. Letztere Meinung hat noch das für sich, dafs das Metall durch ranziges Fett leichter getödtet werden kann.

Vogel *) fand in der frischen Salbe nur metallisches Quecksilber, kein Quecksilberoxydul. Seine Versuche beweisen deutlich, dafs metallisches Quecksilber in der Salbe enthalten ist; es folgt aber aus ihnen noch

*) *Annales de chimie*, T. LVIII. 1806.

nicht mit Bestimmtheit, dafs bei der Bereitung sich nicht zugleich etwas Quecksilberoxydul gebildet habe.

Donavan *) hält das metallische Quecksilber in der Salbe für unwirksam, schreibt die Wirksamkeit einem Theil oxydirten Quecksilbers zu. Donavan erhielt nämlich aus der Salbe, welche er der Untersuchung unterwarf, nicht die dazu angewandte Quantität von metallischem Quecksilber wieder. Deswegen bereitete er eine Salbe aus Quecksilberoxydul und Fett, bei deren Anwendung er eine schnellere und gröfsere Wirksamkeit beobachtete. Spätere Versuche mit dieser Salbe und Bestätigung der Beobachtung bei ihrer Anwendung habe ich nirgends finden können. Wahrscheinlich ist es, dafs Donavan's Erfahrungen nicht bewährt gefunden sind, da in England jetzt wie zuvor die gewöhnliche Bereitung gebräuchlich ist.

Die chemische Natur dieser Salbe ist demnach noch unbestimmt, und erfordert eine genauere Untersuchung.

Durch Wittstock's Güte erhielt ich aus der hiesigen Königl. Hofapotheke diese Salbe, die vor vier Wochen mit grofser Sorgfalt bereitet war. In Weingeist und kaustischem Kali wurde bei gelinder Wärme ein Theil dieser Salbe aufgelöst. Das metallische Quecksilber senkte sich zu Boden und bildete bald eine Kugel. Die Auflösung wurde darauf filtrirt und das Metall vom Filtrum mit Vorsicht entfernt. Auf dem Filtrum blieb noch eine unbedeutende Quantität eines weifsen Pulvers, das durch Auswaschen nicht entfernt werden konnte. In einer passenden Glasröhre erhitzt, gab es aber kein metallisches Quecksilber und konnte auch nicht sublimirt werden.

Demnach ist nur metallisches Quecksilber, kein Quecksilberoxydul, in der Salbe enthalten. Man könnte aber vielleicht einwenden, dafs Quecksilberoxydul während der Untersuchung durch die angewandten Mittel in metalli-

*) *Annals of philosophy by Thomson, Vol. XIV.* 1819.

sches Quecksilber verwandelt sey. Folgende Versuche heben aber diese Zweifel vollkommen.

1,104 Grm. Quecksilberoxydul wurden lange Zeit hindurch mit Schweinefett gerieben. Die gebildete Salbe wurde darauf in Weingeist und kaustischem Kali gelöst, und zwar bei derselben Temperatur, welche bei dem ersten Versuche angewandt war. Der unaufgelöste Theil gab kein metallisches Quecksilber zu erkennen, und wog 1,196 Grm. Mit Chlorwasserstoff der Sublimation unterworfen, gab diese Masse durchaus kein metallisches Quecksilber, sondern 1,23 Grm. Calomel oder 1,089 Quecksilberoxydul. Ein kleiner Theil liefs sich nicht sublimiren, und rührte wahrscheinlich von fremden Beimischungen des kaustischen Kali's oder der Salbe her.

In einer frisch bereiteten Salbe ist also kein Quecksilberoxydul, sondern nur metallisches Quecksilber, welches durch die feine Zertheilung für's Auge unsichtbar wird.

III. *Ueber die Erzeugung der Ameisensäure aus verschiedenen Stoffen; von C. G. Gmelin.*

(Aus einem Schreiben an den Herausgeber.)

— Eine Notiz über die künstliche Bildung der Ameisensäure in No. 2. Ihrer Annalen von 1829 giebt mir Veranlassung, Ihnen einige Erfahrungen mitzutheilen, die ich schon vor längerer Zeit gemacht habe. Als mir die merkwürdige Entdeckung des Hrn. Hofr. Döbereiner bekannt wurde, schien es mir wahrscheinlich, dafs diese Säure aus den meisten andern organischen Verbindungen durch Behandlung mit Schwefelsäure und oxydirenden Körpern entstehen müsse, weil sie sich als eine flüchtige Substanz der weiteren zersetzenden Einwirkung entzieht. Aus Zucker, Milchzucker, Stärkemehl, Holzfaser, Althea-

wurzeln, Schleimsäure u. s. w., welche ich mit verdünnter Schwefelsäure und Mangansuperoxyd destillirte, stellte ich Ameisensäure dar, jedoch verunreinigt mit einem besonderen Stoff, welcher durch Zersetzung eines aus der unreinen Säure gebildeten Salzes mittelst Schwefelsäure, wenigstens dem gröſsten Theile nach, entfernt werden konnte; namentlich war die aus Sägemehl erhaltene Säure sehr unrein, und sie bildete mit Bleioxyd nur ein gelb gefärbtes Salz.

Eine sehr reine Säure erhält man dagegen durch Destillation des Alkohols mit Schwefelsäure und Mangansuperoxyd; man muſs jedoch, wenn die Ausbeute beträchtlich werden soll, die Bildung von Aether möglichst zu verhindern suchen, und daher den Alkohol sehr verdünnt anwenden, am vortheilhaftesten gemeinen Branntwein. Ich habe gefunden, daſs, wenn der Alkohol concentrirter angewandt wird, neben dem Schwefeläther auch Ameisensäure-Aether entsteht, und daſs in diesem Falle nicht nur die Ausbeute an Säure viel geringer wird, sondern auch die erhaltene Säure bei Verbindung mit Bleioxyd ein grün gefärbtes Salz bildet, welches, wie es scheint, wegen des beigemengten organischen Stoffes viel schwieriger krystallisirt, als reines ameisensaures Bleioxyd.

Aus Essigsäure ist es mir bis jetzt nicht gelungen Ameisensäure zu bilden; es scheint, daſs sich diese Säure vermöge ihrer Flüchtigkeit der Zersetzung entzieht. Durch eine ähnliche Behandlung des Blutfaserstoffs erhielt ich jedoch Ameisensäure, wiewohl sehr unrein.

Es verdiente untersucht zu werden, ob sich nicht, bei Behandlung vegetabilischer Substanzen mit Salpetersäure, Ameisensäure bilde; ob nicht ferner, bei der Destillation solcher Substanzen mit Schwefelsäure und Mangansuperoxyd, auch Oxalsäure nachgewiesen werden könne. Die Bildung der Ameisensäure ist in gewisser Beziehung der der Essigsäure analog. Die Bildung beider Säuren wird durch die Flüchtigkeit, vermöge welcher sie sich der weiteren Zersetzung entziehen, begünstigt; die Ameisensäure als eine sauerstoffreiche Säure, bildet sich vorzugsweise da, wo eine stark oxydirende Einwirkung stattfindet. —

IV. *Ueber die Verbindungen des Titan- und Zinnchlorids mit Ammoniak;* *von Heinrich Rose.*

1) Titanchlorid mit Ammoniak.

Leitet man Ammoniakgas, das über kaustischem Kali getrocknet worden ist, in reines Titanchlorid, so entsteht unter heftiger Einwirkung und unter Erzeugung von Wärme ein fester pulverförmiger rothbrauner Körper. Hat sich eine gewisse Menge davon gebildet, so mengt sich diese mit Titanchlorid, welches dadurch zum Theil gegen die fernere Einwirkung des Ammoniaks geschützt wird. Um eine vollständige Verbindung hervorzubringen, mufs man daher den entstandenen Körper fleifsig umrühren, um alle Theile desselben mit dem Ammoniak in Berührung zu bringen; auch mufs man ihn, gut geschützt gegen den Zutritt der Luft, aufbewahren. Oeffnet man dann nach einiger Zeit die Flasche, und findet man, dafs der gebildete Körper nach Ammoniak riecht, so enthält er kein freies Titanchlorid; sehr häufig bemerkt man indessen, dafs er dann keinen ammoniakalischen Geruch mehr zeigt, sondern weifse Dämpfe von Titanchlorid ausstöfst. Man mufs ihn dann von Neuem mit Ammoniak in Berührung bringen.

Der Luft ausgesetzt, wird dieser Körper weifs; das Gewicht desselben wird dadurch vermehrt, dafs er Feuchtigkeit anzieht; in sehr feuchter Luft fängt er an zu zerfliefsen. In Wasser löst er sich nicht ganz zu einer klaren Flüssigkeit auf.

Da das auf die angegebene Weise bereitete Titanchloridammoniak so aufserordentlich leicht Feuchtigkeit aus der Luft anzieht, so erhält man durch die Analyse, rücksichtlich des Ammoniakgehaltes, kein richtiges Resul-

tat, wenn man zuerst den Gehalt an Titanchlorid bestimmt, und dann die Menge des Ammoniaks durch den Gewichtsverlust findet. Es wurden 2,793 Grm. der Verbindung in Wasser aufgelöst; sie gaben durch kaustisches Ammoniak 0,940 Grm. Titansäure, und nachdem die davon abfiltrirte Flüssigkeit durch Salpetersäure sauer gemacht, und mit salpetersaurer Silberoxydauflösung versetzt worden war, 6,688 Grm. Chlorsilber. Nimmt man den Verlust für Ammoniak und für Wasser, das aus der Luft angezogen worden ist, so erhält man folgende procentische Zusammensetzung:

Chlor	59,07
Titan	20,30
Ammoniak und absorbirte Feuchtigkeit	20,63
	100,00.

Nach der Analyse, die ich in diesen Annalen, Bd. XV. S. 148., vom Titanchlorid gegeben habe, müfsten 59,07 Theile Chlor 20,26 Theile Titan aufnehmen. Nimmt man an, dafs die Verbindung aus einem Atom Titanchlorid und einem Atom Ammoniak besteht, was durch die weiter unten anzuführende Analyse des Zinnchloridammoniaks angenommen werden mufs, so wird die Zusammensetzung derselben in hundert Theilen folgende seyn:

Titanchlorid	84,71
Ammoniak	15,29
	100,00.

Darstellung des metallischen Titans. Das Titanchloridammoniak verhält sich bei erhöhter Temperatur auf eine andere Weise, wie die übrigen Verbindungen des Ammoniaks mit flüchtigen Chlormetallen, welche ich bis jetzt zu untersuchen Gelegenheit gehabt habe. Erhitzt man es in einer Glasröhre, die an einem Ende zuge-

schmolzen ist, oder in einem kleinen Glaskolben mit langem Halse, so sublimirt der gröfste Theil des Titanchloridammoniaks unverändert, und setzt sich als ein krystallinisches Sublimat an; die Farbe des Sublimats ist weifs, mit einem Stich in's Gelbe; diese gelbliche Farbe ist stärker, wenn das Sublimat heifs ist. Es entwickelt sich bei dieser Operation eine Menge Chlorwasserstoffgas, das sicher mit Stickstoffgas gemengt ist, und die erhitzte Stelle überkleidet sich mit einem metallischen Ueberzug von kupferrother Farbe. Wird das Sublimat von Neuem erhitzt, so findet wiederum dieselbe Erscheinung statt. Dieses Sublimat löst sich vollständig ohne Erhitzung in Wasser auf, und bildet eine klare Auflösung, da es freie anhängende Chlorwasserstoffsäure enthält.

Der metallische Ueberzug des Glases auf der erhitzten Stelle ist metallisches Titan, das sich aus dem Titanchloridammoniak durch Zersetzung des Ammoniaks abgeschieden hat. Der Ueberzug besteht aus sehr dünnen Häutchen, die man abnehmen kann; das unterste Häutchen sitzt indessen so fest auf dem Glase, dafs es nicht davon zu trennen ist, und das Glas dadurch gleichsam verkupfert wird. Dieses fest auf dem Glase haftende Häutchen hat nur die Farbe des Kupfers beim darauf fallenden Lichte; beim durchscheinenden ist die Farbe grün. Es verhält sich das metallische Titan daher wie feine Goldblättchen, die beim Hindurchsehen grün erscheinen. Das Titan gehört also wie das Gold zu den durchsichtigen Metallen. Die Farbe des vom Glase abgenommenen Häutchen ist ganz die des metallischen Titans, welches man in einigen Hohofenschlacken findet.

Erhitzt man diese Häutchen beim Zutritt der Luft, so oxydirt sich das Titan und verwandelt sich in reine Titansäure. In Chlorwasserstoffsäure sind die Häutchen unlöslich, aber von erhitzter Salpetersäure, oder leichter noch von Königswasser werden sie, wiewohl etwas schwer, angegriffen und aufgelöst. Hierdurch unterscheidet sich

dieses Titan sehr von dem aus den Hohofenschlacken, welches, nach Wollaston, durch Glühen beim Zutritt der Luft nur höchst unbedeutend oxydirt, und durch Salpetersäure oder Königswasser nicht angegriffen wird. Dieser Unterschied rührt indessen davon her, dafs die Häutchen des aus dem Titanchloridammoniak dargestellten Titans von einer aufserordentlichen Dünne sind.

Das weifse Hydrat des Chlortitanammoniaks verhält sich beim Erhitzen ganz anders. Es bildet sich kein metallisches Titan, sondern es bleibt Titansäure als Rückstand, während Salmiak sublimirt wird.

Man erhält aus dem Titanchloridammoniak keine gröfsere Menge von metallischem Titan, wenn die Erhitzung desselben in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas geschieht; die Erscheinungen, die dann stattfinden, sind ganz dieselben, als wenn man die Verbindung im Kolben oder in einer Retorte erhitzt.

Man kann sich zwar so auf die leichteste Weise metallisches Titan verschaffen, doch ist die Gewichtsmenge desselben nur gering, obgleich das Volumen desselben bedeutend zu seyn scheint. Ich habe daher auf andere Weise versucht, mir gröfsere Mengen von metallischem Titan zu verschaffen. Von mehreren titanhaltigen Substanzen, die ich zur Darstellung des metallischen Titans anwandte, fand ich, dafs keine geeigneter dazu sey, als das Titanchloridammoniak. Es wird diefs sehr leicht durch Kalium oder Natrium unter heftiger Feuererscheinung reducirt; hierbei entwickelt sich Ammoniakgas, und es entsteht Chlorkalium. Die Anwendung des Natriums hat aber sehr viele Vorzüge vor der des Kaliums. Kalium läfst sich nicht gut mit dem Titanchloridammoniak mengen; wenn aber eine etwas bedeutende Menge des Metalls unter einer Decke von Titanchloridammoniak erhitzt wird, so geschieht die Einwirkung so heftig, dafs jedesmal das gläserne Gefäfs, in welchem der Versuch geschieht, springt. Bei der Anwendung des Na-

triums ist die Einwirkung nicht ganz so heftig, aber der gröfste Vorzug desselben besteht darin, dafs man bei einer niedrigen Temperatur das Natrium mit dem Titanchloridammoniak in einem Mörser von Achat zusammenreiben und zu einem pulverförmigen Gemenge bringen kann. Drückt man mit dem Pistille zu stark, so erfolgen oft kleine Entzündungen; die enzündete Stelle mufs man dann sogleich mit Titanchloridammoniak überschütten, damit sich die Entzündung nicht weiter verbreitet. Das Zusammenreiben glückte mir am besten in kalten Wintertagen, wenn vorher das Natrium in der Kälte aufbewahrt worden war. — Das Gemenge schüttet man so schnell wie möglich in einen Glaskolben von grofsem Volumen mit ziemlich langem Halse, und verkorkt diesen mit einem Pfropfen, durch welchen eine lange Glasröhre geht, die man rechtwinklicht biegen kann. Hierauf erhitzt man das Gemenge über einer Spirituslampe mit doppeltem Luftzuge. Das Titan wird vom Natrium unter Feuererscheinung von violetter Farbe reducirt; die Einwirkung ist zwar heftig, doch werden wegen der Zertheilung des Natriums alle Stellen des Gemenges gleich erhitzt, und es erfolgt, selbst wenn man auch grofse Quantitäten angewandt hat, nie ein Springen des Kolbens. So wie die Einwirkung beim Erhitzen anfängt, entsteht eine schwarze Rauchsäule, die fast nur aus sehr fein zertheiltem metallischen Titan besteht. Es geht eine grofse Menge desselben verloren, und wird mechanisch fortgeschleudert, wenn der Kolben, in welchem die Reduction geschieht, nicht von grofsem Umfange ist; man findet aber auch noch viel von dem Rauche in der Glasröhre, wo er sich wie Kienrufs abgelagert hat. Geschieht die Reduction in einem offnen Gefäfse, so verbreitet sich der schwarze Rauch als schwarze Wolken weit durch's Zimmer. — Ein Theil des Titanchloridammoniaks, welcher der Einwirkung des Natriums entgegen ist, hat sich hierbei unverändert sublimirt. Die Menge desselben ist um so grö-

fser, je geringer die Menge des angewandten Natriums ist, und je weniger innig man dasselbe mit dem Titanchloridammoniak gemengt hat.

Wenn die Einwirkung aufgehört hat, und der Apparat erkaltet ist, übergiefst man das Ganze mit Wasser, welches stark mit Chlorwasserstoffsäure sauer gemacht worden ist. Es setzt sich dabei ein schwarzes Pulver ab, welches metallisches Titan ist, das filtrirt und ausgewaschen wird. Wenn das saure Wasser durch das Filtrum gegangen ist, und man anfängt mit reinem Wasser das reducirte Titan auszusüfsen, so läuft dieses dunkelschwarz durch's Filtrum, und zuletzt würde gar kein Titan mehr zurück bleiben. Es ist deshalb nöthig, das Aussüfsungswasser durch Chlorwasserstoffsäure sauer zu machen, damit es klar durch's Filtrum läuft. Nach und nach vermindert man die Menge der Säure im Auswaschungswasser, doch darf sie nie darin fehlen. Nach dem Aussüfsen wird das Titan getrocknet. Auf diese Weise kann man ziemlich grofse Mengen davon ohne Schwierigkeit darstellen.

Das so reducirte Titan ist ein schwarzes Pulver, das im Aeufsern gar keine Aehnlichkeit mit dem Titan hat, welches durch blofses Erhitzen des Titanchloridammoniaks entsteht, oder das sich in den Hohofenschlacken findet. So wie man aber das kleinste Stäubchen davon mit einem harten Körper, z. B. mit einem Glasstabe auf Papier drückt, so erhält dasselbe den stärksten metallischen Glanz, und dieselbe kupferrothe Farbe, wie das auf andere Weise dargestellte Titan. In gröfsern Massen erscheint die Farbe des zusammengebackenen Pulvers nicht schwarz, sondern stark dunkelblau, ungefähr wie die beim reinen Indigo. Es verhält sich übrigens wie das Titan, welches aus dem Titanchloridammoniak durch Erhitzung dargestellt worden ist. An der Luft erhitzt, verwandelt es sich nur leichter in Titansäure, und mit Salpetersäure oder Königswasser gekocht, wird es leichter davon oxydirt, und die gebildete Titansäure scheidet sich dabei milchicht aus.

Wird Titansäure auf ähnliche Weise mit Kalium oder Natrium behandelt, so erfolgt eine Reduction mit nicht so lebhafter Feuererscheinung. Man erhält nach der Behandlung mit Wasser und Chlorwasserstoffsäure ein schwarzes Pulver, das indessen keinen metallischen Glanz annimmt, wenn man es mit einem harten Körper drückt, auch selbst dann nicht, wenn man es vorher mit Fluorwasserstoffsäure digerirt hat. Es enthält offenbar unzersetzte Titansäure eingemengt.

Man erhält gleichfalls metallisches Titan, wenn man Dämpfe von Titanchlorid über Kalium oder Natrium leitet, während diefs erhitzt wird. Die Einwirkung ist aber dann so heftig, dafs dabei das Glas, worauf das alkalische Metall liegt, schmilzt. — Ich habe schon früher erwähnt, dafs Titanchlorid durch Kalium bei der Temperatur, bei welcher es davon abdestillirt werden kann, nicht zersetzt wird; ich bediente mich daher des Kaliums, um das Titanchlorid von beigemengtem Chlor zu reinigen *).

Bekanntlich hat Berzelius schon vor einigen Jahren metallisches Titan durch Behandlung des Fluortitankaliums mit Kalium dargestellt **).

2) Zinnchlorid mit Ammoniak.

Trocknes Ammoniakgas, zu Zinnchlorid geleitet, bildet einen ähnlichen Körper wie mit Titanchlorid. Die Absorbtion des Gases geschieht schnell, und unter Erwärmung. Durch fleifsiges Reiben mit einem Glasstabe bringt man eine vollständige Berührung mit dem Ammoniak hervor. Das Zinnchloridammoniak, das H. Davy ***) zuerst dargestellt hat, ist von rein weifser Farbe. Es erhält sich an der Luft ohne Feuchtigkeit anzuziehen, und

*) Poggendorff's Annalen, Bd. XV. S. 146.

**) Ebend. Bd. IV. S. 3.

***) Schweigger's Jahrbuch der Chemie, Bd. III. S. 97.

ohne sich auf eine andere Weise zu verändern; auch läfst es sich, ohne die mindeste Zersetzung zu erleiden, und ohne einen Rückstand zu hinterlassen, sublimiren. Das Sublimat ist krystallinisch und hat einen kleinen Stich in's Gelbliche; es gleicht im Aeufsern dem sublimirten Quecksilberchlorür. Selbst wenn die Sublimation in einer Atmosphäre von Wasserstoffgas geschieht, so erfolgt nicht die mindeste Zersetzung.

Das sublimirte Zinnchloridammoniak löst sich vollständig in Wasser zu einer klaren Flüssigkeit auf; das nicht sublimirte Zinnchloridammoniak löst sich nicht vollständig darin auf. Wenn man die klare Auflösung erhitzt, so scheidet sich eine Gallerte aus; dasselbe geschieht, wenn die Auflösung mehrere Tage hindurch in der Kälte steht. Etwas verdünnte Schwefelsäure erzeugt ebenfalls einen gallertartigen Niederschlag, der von mehr Säure aufgelöst wird. Diese Auflösung hat überhaupt dieselbe Eigenschaften wie eine Auflösung von Zinnchlorid, zu der etwas Ammoniak hinzugefügt worden ist, doch nicht so viel, dafs dadurch ein Niederschlag entsteht.

Wird die klare Auflösung des Zinnchloridammoniaks in Wasser unter der Luftpumpe abgedampft, so erhält man ein krystallinisches Haufwerk, welches aus unzersetztem Zinnchloridammoniak besteht, denn es läfst sich vollständig sublimiren.

Wird Zinnchloridammoniak mit Natrium erhitzt, so erfolgt eine lebhafte Feuererscheinung mit violettem Lichte; es reducirt sich das Zinn zu metallischen, geschmolzenen Kügelchen, während sich Chlornatrium bildet, und Ammoniak frei wird.

Bei der quantitativen Analyse dieser Verbindung stiefs ich auf einige unerwartete Schwierigkeiten. Zuerst versuchte ich aus der Auflösung durch Ammoniak Zinnoxyd abzuscheiden, was mir indessen nicht gelang, da kein Niederschlag erfolgte. Ich setzte daher zu einer andern Auflösung so viel Schwefelsäure, dafs der anfangs

ent-

entstandene Niederschlag wieder aufgelöst wurde, und fällte darauf das Chlor durch eine Auflösung von schwefelsaurem Silberoxyd als Chlorsilber. Hierdurch erhielt ich jedoch eine gröfsere Menge Chlorsilber, als ich erhalten konnte; das Chlorsilber war durch Zinnoxyd verunreinigt, und blieb bei der Hitze, bei welcher Chlorsilber mit Leichtigkeit schmilzt, unverändert; durch eine stärkere Hitze sinterte es zusammen und schmolz unvollkommen.

Die Analyse wurde nun auf folgende Weise bewerkstelligt: Aus einer Auflösung einer gewogenen Menge des sublimirten Zinnchloridammoniaks fällte ich durch Schwefelwasserstoffgas das Zinn als Schwefelzinn. Aus der abfiltrirten Flüssigkeit entfernte ich durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd das aufgelöste Schwefelwasserstoff, und fällte dann durch salpetersaure Silberoxydauflösung Chlorsilber. Aus 1,677 Grm. des Sublimats erhielt ich 3,309 Grm. Chlorsilber, woraus sich folgende Zusammensetzung ergiebt:

Chlor	48,65
Zinn	40,43
Ammoniak	10,92
	100,00.

Diefs entspricht einer Verbindung aus einem Atom Zinnchlorid und einem Atome Ammoniak, die der Berechnung nach im Hundert folgendermafsen zusammengesetzt ist:

Zinnchlorid	88,31
Ammoniak	11,69
	100,00.

Wir kennen aufser diesen Verbindungen noch mehrere andere Verbindungen flüchtiger Chloride mit Ammoniak. Auch ist es mir gelungen noch mehrere derselben darzustellen, deren Eigenschaften ich später in einer

Abhandlung beschreiben werde. Es ist bekannt, dafs das Ammoniak auch mit nichtflüchtigen basischen Chlormetallen, wie z. B. mit Chlorcalcium, Verbindungen bildet, in welchen jedoch das Ammoniak so lose gebunden ist, dafs es durch Wasser daraus verjagt wird. Eine Verbindung von Platinchlorür mit Ammoniak, eben so zusammengesetzt wie die hier beschriebenen Verbindungen des Ammoniaks mit flüchtigen Chlormetallen hat vor einiger Zeit Magnus analysirt (Poggendorff's Annalen, Bd. XIV. S. 242.).

Was mich besonders veranlafst hat, die Analysen des Titanchlorid- und Zinnchloridammoniaks jetzt mitzutheilen, ist die Aehnlichkeit, welche die Zusammensetzung derselben mit der des Salmiaks hat. Es giebt bekanntlich zwei verschiedene Vorstellungsarten über die Natur des Salmiaks. Man kann ihn sich zusammengesetzt denken, entweder aus Chlorwasserstoffsäure und Ammoniak, oder aus Chlor und Ammonium. Durch letztere Vorstellungsart wird die Zusammensetzung des Salmiaks mit der des Chlorkaliums und des Chlornatriums in Uebereinstimmung gebracht. Denkt man sich hingegen den Salmiak aus gleichen Atomen von Chlorwasserstoff und von Ammoniak zusammengesetzt, so unterscheidet er sich von den Verbindungen, die aus gleichen Atomen flüchtiger Chlormetalle und Ammoniak bestehen, nur dadurch, dafs in diesen der Chlorwasserstoff des Salmiaks durch flüchtiges Chlormetall, oder vielmehr der Wasserstoff durch eine entsprechende Menge von Zinn, Titan u. s. w. ersetzt wird.

Titanchlorid und Zinnchlorid können Verbindungen mit andern flüchtigen Chlorverbindungen bilden. Sie vereinigen sich mit Chlorschwefel zu festen Doppelchlorverbindungen. Leitet man über Schwefeltitan Chlorgas, so erhält man eine leicht flüchtige Verbindung von Chlor-

schwefel und Titanchlorid von gelber Farbe, die bei gelinder Hitze flüssig ist, in der Kälte aber eine feste Masse bildet. Aus der Zusammensetzung des Schwefeltitans ergiebt sich, dafs diese Verbindung aus einem Atome Titanchlorid und zwei Atomen Chlorschwefel bestehen mufs. Es ist mir geglückt, schöne grofse hellgelbliche Krystalle davon zu erhalten, als ich Titanchlorid und Chlorschwefel vorsichtig zusammenmengte, und sie in einer wohl verschlossenen Flasche längere Zeit in der Kälte stehen liefs. Diese im Winter gebildeten Krystalle wurden indessen bei starker Sommerhitze wieder flüssig. Aehnliche Krystalle beobachtete ich, als ich Zinnchlorid und Chlorschwefel zusammenmischte.

V. *Ueber einige optische Phänomene, und Erklärung der Höfe und Ringe um leuchtende Körper; von Dr. Ludwig Moser in Berlin.*

1.

Newton hat im ersten Buch seiner Optik ein Phänomen beschrieben, das einen blau gefärbten Kreis auf der Basis eines Prisma zeigt, wenn man dieselbe der Reflexion des Wolkenlichts aussetzt. Man kann diese Erscheinung allgemein so angeben: hält man ein Prisma an irgend einem beleuchteten Ort vor das Auge, und sieht auf dessen Basis, so wird man einen Kreis wahrnehmen, der zum Theil ungefärbt, zum Theil aber gefärbt, und zwar blau oder roth, je nach den Umständen erscheinen wird. In sofern diese Umstände in den Lehrbüchern der Optik nicht entwickelt sind, der folgenden Construction der Höfe aber näher angehen, will ich sie hier kurz zusammenstellen, um so mehr, da das Phänomen in seiner Vollständigkeit einige interessante Anknüpfungspunkte mit der Theorie der Farben gewährt.

Den blauen Bogen hat Newton genügend erklärt. In der That es sey x (Figur 1. Taf. II.) der gröfste Winkel, unter welchem in d noch Reflexion stattfindet, so wird das Auge in s, von dem Theile c bis d reflectirtes Licht erhalten, während die Gränze der Reflexion an d blau gefärbt seyn wird, weil x für das blaue Licht gröfser ist, als für das rothe. Setzt man nämlich in der Gleichung $\sin\varphi = n \sin\varphi'$, wo φ der Einfallwinkel, φ' der Refractionswinkel, $n = \frac{78}{50}$, wie es Newton für das violette Licht bestimmte, und $\sin\varphi = 1$, so ergiebt sich $\varphi' = 39^\circ\ 52'\ 6''$. Für einen etwas gröfsern Werth von φ' giebt es also keinen Einfallswinkel mehr, d. h. das violette Licht, das etwa unter dem Winkel $y = 39^\circ\ 52'\ 7''$ auf die Basis des Prisma fällt, verläfst das Glas nicht, sondern wird reflectirt, während das rothe Licht, für welches $n = \frac{77}{50}$ ist, unter einem Winkel von $80^\circ\ 48'\ 56''$ in der Luft noch gebrochen wird. Hält man nun die Reflexion von der Basis des Prisma ab, so wird das Auge in s nur refrangirtes Licht erhalten, und zwar unter dem gröfsten Werth von $y = 39^\circ\ 52'$ nur rothes, welches unter dem Einfallswinkel $= 80^\circ\ 48'$ durch die Basis eintritt, während für denselben Werth von y keine blauen Strahlen nach s gelangen werden, da die Reflexion verhindert wird. Die Breite des rothen Bogens läfst sich berechnen, wenn man y für die Einfallswinkel $80^\circ\ 48'\ 56''$ und 90° bestimmt, und in der Gleichung $z = \psi - arc\ sin = n \sin[\psi - y]$ substituirt.

Läfst man, wie Newton es that, weifses Wolkenlicht von der Basis reflectiren, so wird der blaue Bogen sichtbar seyn, ist aber das reflectirte Licht an Intensität schwächer als das refrangirte, so wird er roth erscheinen, und farblos endlich, wenn beider Intensität gleich ist. Man kann auf dieses Verhalten eine Methode gründen, zwei Lichtintensitäten zu vergleichen, und wird den Vergleich mit gröfserer Sicherheit anstellen können, als durch andere Methoden, bei welchen die Entscheidung lediglich

dem subjectiven Urtheil anheimfällt. Einige Versuche haben mich vorläufig von der practischen Anwendbarkeit des Vorgeschlagenen überzeugt, und es wird zu seiner Ausführung nur darauf ankommen, einen zweckmäſsigen Apparat zum Verschieben der beleuchteten Objecte anzugeben, was keine Schwierigkeit haben kann.

Daſs übrigens der blaue Bogen durch Reflexion entstehe, erhellt daraus, daſs er eben so gut, ja besser gesehn wird, wenn man das Prisma auf eine schwarze Unterlage legt, und somit alle Refraction aufhebt. Den rothen Bogen aber sieht man am besten, wenn man dem Winkel ψ' des Prisma einen Werth giebt, für den keine Reflexion nach s mehr möglich ist, wie es schon ziemlich für $\psi'=90°$ der Fall ist. Liegt das Prisma dann auf einer weiſsen Fläche, so ist der rothe Bogen nicht minder vorhanden, und dieser Fall ist in sofern merkwürdig, als man hier eine Farbenbildung auf einer *anliegenden* und *unbegränzten* Fläche hat, welche beide Bedingungen sonst jede Farbenbildung ausschlieſsen.

So wie die farbigen Ränder der Bilder, so giebt auch der rothe Bogen eine Instanz gegen die Annahme, daſs die Farben des Spectrums einfach und nicht durch Vermischung zum Theil hervorgebracht seyen. Der innere Rand des rothen Bogens durfte dann nicht mit der gelben Farbe enden, vielmehr muſste noch mindestens Grün sichtbar seyn, und nur das Violett sollte fehlen.

2.

In der Schrift über die Newton'sche und Goethe'sche Farbenlehre hat Hr. Pfaff auf ein Spectrum durch Reflexion aufmerksam gemacht, indem er das Sonnenlicht durch die Cathete eines rechtwinklichen Prisma einfallen, von der andern Cathete reflectiren und durch die Hypothenuse hervortreten lieſs. Die von der Richtung am meisten abgelenkte Farbe war die rothe, und Hr. Pfaff will daraus beweisen, daſs die Farben schon im Prisma

enthalten sind. Nimmt man diese Beobachtung aus, so ist der Fall der Reflexion in einem Prisma nicht näher untersucht worden, und ich glaube ihm hier eine besondere Stelle anweisen zu dürfen, weil selbst der berühmte Fraunhofer sich durch denselben in seiner Theorie der Höfe zu einem Irrthum verleiten liefs.

Es falle Licht von S (Fig. 2. Taf. II.) und werde in d reflectirt. Man findet $\varphi''' = \varphi' + \psi - \psi'$, und also $\sin\varphi'' = n . \sin[\varphi' + \psi - \psi']$. Ist hier $\psi = \psi'$, so ergiebt sich $\sin\varphi'' = \sin\varphi$. Der Werth von $\sin\varphi''$ ist also unabhängig von n; das Licht wird farblos heraustreten. Man setze ψ gröfser als ψ', so findet sich $\sin\varphi'' = \sin\varphi +$ einem Gliede, das von n abhängt. Je gröfser hier n wird, um so gröfser $\sin\varphi''$ und φ'' selbst, d. h. die blaue Farbe wird nach oben kommen, und die am meisten abgelenkte seyn. Ist umgekehrt ψ' gröfser als ψ, so hat man $\sin\varphi'' = \sin\varphi -$ einer Gröfse, die von n abhängt, und mit ihm wächst. Je gröfser hier n, um so kleiner $\sin\varphi''$ und φ''; die blaue Farbe, wird daher die am wenigsten abgelenkte seyn, und das Roth zu oberst erscheinen.

Diese drei verschiedenen Fälle lassen sich auf subjective oder objective Weise leicht an einem und demselben Prisma verifiziren, wenn es etwa rechtwinklich ist, und jeder der übrigen Winkel 45° mifst, und sie geben ein genaues Verfahren ab, nicht nur die Gleichheit zweier Winkel eines Prisma, sondern auch anders gestalteter Körper, als Würfel, Sechsecke etc., zu bestimmen und anzugeben, auf welcher Seite das Plus zu suchen ist. Ganz gegen das Resultat im ersten Falle, wo $\psi = \psi'$ hat Fraunhofer durch Reflexion in einem sechsseitigen Prisma einen farbigen Ring entstehen lassen, und dessen Farben somit unter Umständen berechnet, die keine Farben erzeugen werden.

3.

Man hat in neuerer Zeit, wie früher vornehmlich Huyghens, die Existenz der Ringe, Nebensonnen etc. wieder von Eisformationen abhängig gemacht, und da es fast den Anschein hat, als sollte diese Ansicht der Sache die geltende werden, so will ich hier mindestens versuchen die Bedingungen weiter auszuführen, die erfordert werden, wenn eine solche Hypothese von bestimmten Figuren die beobachteten Erscheinungen erklären soll. In den Darstellungen von Fraunhofer und Venturi sind diese Bedingungen nicht entwickelt, und das Uebergehen derselben giebt ihnen einen Charakter der Einfachheit, der ihnen, wie ich glaube, nicht mit Recht zukommt.

Wenn man aus gleichwinklichten Eisprismen den Ring von 45° Durchmesser herleiten will, so ist es keinesweges hinreichend, diese Prismen die bestimmte Lage gegen den einfallenden Strahl annehmen zu lassen, die dem Minimo der Ablenkung entspricht, — eine Lage, die nicht sehr naturgemäfs ist, — vielmehr müssen, damit ein Ring sich bilde, die Prismen vom leuchtenden Körper aus in einem Kreis liegen, und zwar in der Entfernung von $22\frac{1}{2}°$; sie müssen ihre brechenden Winkel dem Körper abwenden, und so gelagert seyn, dafs die Gleichung $\sin\varphi = n \sin 30$, wo φ der Einfallswinkel, erfüllt werde. Wenn man auch diese Forderung, die im Vergleich mit dem häufigen Vorkommen des Ringes von 45° wenig einfach erscheint, zugestehen wollte, so wäre es durchaus unmöglich, dafs der Ring an verschiedenen Orten zugleich gesehen wird. In der That, wenn man ihn etwa 6000 Fufs hoch setzt, so könnte er an zweien Orten, die etwa um 5000 Fufs entfernt sind, nicht zugleich beobachtet werden, und zu dieser Behauptung ist wohl wenig Grund vorhanden. Aber was noch viel weniger möglich wäre, der Ring von 45° ist oft während 4 oder 5 Stunden der Sonne folgend gefunden worden; ich sah ihn

selbst 3 Stunden hindurch dieselbe begleiten, und diese Dauer des Phänomens während einer Zeit, wo die Sonne Bogen von 45, 60 und mehreren Graden beschreibt, ist mit Eisprismen nicht verträglich, und allein schon im Stande deren Annahme verwerflich zu machen. — Der Vortheil, den Eisprismen gewähren, dafs in ihrer Brechung eine ausgezeichnete Stelle gefunden werden kann, scheint mir in sofern noch zweifelhaft, als es nicht ausgemacht ist, ob diese ausgezeichnete Stelle es zugleich in der *Intensität* des Lichts sey. Wenn man das Differentiale der Ablenkung in einem Prisma $=0$ setzt, so ist diefs ein ganz anderer Fall, als das ähnliche Verfahren Newton's bei der Analyse des Regenbogens. Newton erhielt offenbar durch dasselbe den Ort der parallelen Strahlen, wo man bei der prismatischen Brechung nur das Minimum der Ablenkung erfährt. Ob aber dieses Minimum zugleich mit dem Maximum der Lichtstärke verbunden seyn wird, darüber kann mindestens theoretisch nichts geschlossen werden, und die allerdings delicaten Versuche, die sich jedoch, subjectiv angestellt, mit einiger Genauigkeit vollführen lassen, zeigen das Maximum des Lichts bei der Fixirung des Spectrums nicht, vielmehr da, wo sich das einfallende Licht so viel der Normale nähert, als es der brechende Winkel des Prisma erlaubt. Dann aber ist es völlig unbegreiflich, warum zwischen 45° und etwa 72° (36° 13′ nämlich ist die gröfste Ablenkung, die man mittelst einfacher Brechung durch ein Eisprisma erlangen kann) kein Uebergang oder doch nur in so äufserst seltenen Fällen, von denen vielleicht nur einer oder zwei gewifs sind, zeigt. Denn dafs bei der Fixirung des Spectrums eine Aenderung von einigen Graden im Einfallswinkel keine bedeutend veränderte Ablenkung hervorbringt, entscheidet nur für eine gröfsere Wahrscheinlichkeit des Ringes von 45°, ohne im Stande zu seyn, andere Durchmesser auszuschliefsen, die man ein Recht hat von der Theorie zu verlangen.

Rechnet man hierzu, dafs in einigen Fällen Ringe beobachtet worden, deren Durchmesser geringer als 45° war, dafs Ringe unter Umständen gesehen worden, wo an Eisgebilde nicht wohl zu denken war, wie noch neuerdings der Hr. v. Meyer in einem schönen Aufsatz im dreizehnten Bande des Kastner'schen Archivs einen Fall mittheilt, wo ein Ring um die Sonne im Monat Juni in einem Nebel sich bildete, der auf der Erde lag; rechnet man ferner hierzu, dafs sich ähnliche Einwürfe als die entwickelten, gegen sämmtliche Erklärungen, die auf Eisgebilde basiren, stellen lassen, so wird man den Versuch nicht als überflüssig ansehn, die Theorie dieser Klasse von Erscheinungen unsern Kenntnissen über die Natur des Wassers in Dampfgestalt näher zu bringen. Zwar hat Hr. Hofrath Mayer in einem Aufsatz »*de coronibus sive halonibus*« in den Göttinger Memoiren eine Erklärung auf Dampfblasen gegründet; allein den eigentlichen Hof, oder den kleineren Ring hat er darin nicht betrachtet, und in der Behandlung der gröfseren Ringe den Umstand, dafs dieselben in ihrem inneren Theil dunkel erscheinen, weniger richtig mit der Brechung des Lichts zu vereinigen gewufst.

Wenn ich mir zur Behandlung vorerst nur die gröfseren Ringe, die im Nebel sich bilden, und den leuchtenden Körper zum Mittelpunkt haben, dann ferner die Erklärung des Hofes, oder des kleinen Ringes, dessen innerer Theil hell, und meistens intensiv hell erscheint, vorlege, so ist der Grund zu dieser Distinction ein doppelter. Die Ringe und der Hof sind dadurch ausgezeichnet, dafs sie sich aus der Constitution des Himmels vorhersagen lassen. Eben so wenig als man im Regen, wenn die Sonne gegenwärtig ist, den Regenbogen vergebens sucht, so wenig wird man im nebeligen Gewölk einen der Ringe oder im cirro-cumulus den Hof vermissen. (Von dem Letzteren habe ich mich durch viele Beobachtungen überzeugt; nie sah ich den Hof in dieser Wol-

kenart fehlen, und er war dann stets einfach und nur mit einem rothen Rande versehn). Zweitens aber fehlt zu einer Erklärung der seltneren Erscheinungen deren genaue Beschreibung gänzlich. Die bloſse Angabe der Winkel scheint mir von beschränkterer Wichtigkeit zu seyn, und die tägliche Erfahrung an den weniger seltenen Erscheinungen fordert zu einer allzu genauen Messung derselben nicht auf. Aber worauf es besonders ankommt ist, anzugeben wie sich der innere Theil jener seltneren Ringe oder Kreise zu ihrem äuſseren, hinsichts der Helligkeit verhielt, dann aber vor Allem eine sorgfältige Charakteristik der Wolken, in denen sie gesehen wurden.

Bei der Erklärung des Hofes wird es sich zeigen, wie wesentlich alles dabei auf die Würdigung der Umstände ankommt, unter denen dieselbe einfach oder als System mehrerer concentrischen Kreise sich bildet.

Es sey SI (Fig. 3. Taf. II.) Licht, das unter dem Einfallswinkel φ auf die Kugel falle, und nach zweifacher Brechung nach S' gehe. Man verlängere SI und SI' bis sie sich schneiden, so ergiebt sich der Ablenkungswinkel oder der Halbmesser des Ringes:

$$\Delta = 2\varphi - 2\varphi'$$

$$\sin\varphi = n \sin\varphi'$$

$$\sin\varphi = n.\sin\left(\frac{2\varphi - \Delta}{2}\right)$$

$$\tan g\,\varphi = \frac{n \sin\frac{\Delta}{2}}{n\cos\frac{\Delta}{2} - 1}$$

Die letztere Gleichung giebt für jeden beobachteten Halbmesser eines Ringes den Einfallswinkel φ. Nimmt man φ als den kleinsten Winkel, unter welchem für eine gewisse Dicke der Wasserhülle der Strahl SI durch dieselbe gehe, so findet man daraus die Dicke der Wasserhülle auf folgende Weise. Es sey r der Halbmesser

der Kugel, so ist die Dicke des Wasserringes $=r - r\sin\varphi'$
Nun ist:

$$n\sin\varphi' = \sin\left(\frac{\Delta}{2} + \varphi'\right)$$

$$\tang\varphi' = \frac{\sin\frac{\Delta}{2}}{n - \cos\frac{\Delta}{2}}$$

$$\sin\varphi' = \frac{\sin\frac{\Delta}{2}}{\sqrt{1 + n^2 - 2n\cos\frac{\Delta}{2}}}$$

also: $$r - r\sin\varphi' = r\left\{\frac{\sin\frac{\Delta}{2}}{\sqrt{1 + n^2 - 2n\cos\frac{\Delta}{2}}}\right\}$$

Wird der Halbmesser der inneren hohlen Kugel mit r' bezeichnet, so hat man folglich:

$$t' = \frac{r.\sin\frac{\Delta}{2}}{\sqrt{1 + n^2 - n\cos\frac{\Delta}{2}}}$$

woraus man für jeden Halbmesser eines Ringes $=\Delta$ die zu seiner Bildung nothwendige Wasserhülle berechnen kann. Man findet für $\Delta = 22\frac{1}{2}{}^\circ$ $r' = r.0{,}4842$
für $\Delta = 45$ $r' = r.0{,}6828$.

Da $\Delta = 2\varphi - 2\varphi' = 2\left(\varphi - arc\sin = \frac{1}{n}\sin\varphi\right)$, so wird Δ desto kleiner, je kleiner n, d. h. die rothen Strahlen werden nach innen fallen, wie es auch aus der einfachen Brechung in einem Prisma erhellt. Wenn das Phänomen vollständig ist, wird das Blau wenig oder gar nicht sichtbar seyn, weil mit demselben Winkel, unter dem es in's Auge gelangt, auch anderes Licht dahin kommen wird.

Der Durchmesser eines beobachteten Ringes steht

also in Verbindung mit der Wasserhülle des Dunstkügelchens, und wird durch ihre Dicke bedingt. Dafs die Ringe an ihrem inneren Theile heller scheinen, folgt aus dem kleineren Einfallswinkel, der einen geringeren Verlust durch Reflex nach sich zieht. In der That wenn man die Tabelle betrachtet, die Bouguer über die Menge des unter verschiedenen Winkeln von einer Wasserfläche reflectirten Lichtes gegeben hat, so findet man die Lichtmenge von 90° bis 60° (von der Fläche gerechnet) ziemlich constant. Von hier ab nimmt für kleinere Winkel die Menge des reflectirten Lichtes rasch zu, so dafs wenn dieselbe bei 50°=22 von tausend gesetzt wird, sie bei 40°=34, bei 30° aber =65 ist. 50° aber ist beiläufig der Winkel von der Fläche an gerechnet, der sich zur Construction des Ringes von 45° Durchmesser aus der Gleichung:

$$tang\, \varphi = \frac{n \sin \frac{\Delta}{2}}{n \cos \frac{\Delta}{2} - 1}$$

ergiebt. Die Art, wie dieser Ring erscheint, ist also durchaus photometrisch gerechtfertigt. Photometrisch ist es auch begründet, dafs der gröfsere Ring von 90° Durchmesser schwächer seyn wird, weil der Verlust an Reflexion an der ersten Wasserfläche sich in beiden Fällen wie 97:22 verhält. Dieser Ring wird auch verhältnifsmäfsig noch schlechter nach Aufsen begränzt seyn, und sich weniger schnell als der von 45° verlieren, weil in der photometrischen Tabelle von 25° bis zu kleineren Winkeln sich kein Sprung zeigt.

Die Erscheinung der Ringe ist auf diese Weise in ihrer ganzen Allgemeinheit, d. h. mit mehr oder minder grofsen Abweichungen ihrer Dimension erklärt, da für diese Abweichungen in dem Verhältnifs des innern Durchmessers der Wasserkugel zum äufsern Raum genug gegeben ist. Aber es fehlt hier noch die wesentliche Be-

trachtung des Ganges der Lichtstrahlen, die durch den innern, hohlen Raum der Bläschen gehen.

Es sey SS der Weg eines solchen Lichtstrahls. Für die in der Fig. 4. Taf. II. bezeichneten Winkel findet man den Ablenkungswinkel:

$$\varDelta = 2\varphi' + 2\psi + 2\psi' - 2\varphi - 360 \quad . \quad . \quad . \quad (\varDelta)$$

$$\sin\varphi' = \frac{r'}{r} \sin\psi''$$

$$\sin\varphi = n \sin\varphi'.$$

Um den am meisten abgelenkten Strahl und mithin den gröfsten Werth von $\varDelta$ zu finden, kann man bemerken, dafs ψ'' nicht gröfser als 48° 35′ 25″ werden kann, wenn man für das rothe Licht $n = \frac{108}{81}$ setzt. Wendet man diesen Werth für ψ'' an, für $\frac{r'}{r}$ aber 0,484 und 0,682, wie es sich für die Ringe von 45° und 90° Durchmesser ergab, so findet man $\varDelta = 67°\,10'$ und $= 58°\,1'$, während die Einfallswinkel φ in beiden Fällen 28° 56′ und 43° sind. Es ist klar, dafs die Zerstreuung des Lichts zu bedeutend ist, um mehr als eine schwache Erhellung des innern Raumes der Ringe zu gestatten, die aber auch immer vorhanden ist. Aufserdem ist die Voraussetzung naturgemäfs, dafs die Wasserhülle an dem untern Theil der Dampfblase eine gröfsere Dicke habe, und diese Voraussetzung steigert die Ablenkung des Lichts, somit seine Zerstreuung und seine Unwirksamkeit.

Gegen das Bisherige könnte man es als Vorwurf gelten lassen, dafs für die Ringe von 45° und 90° verschiedene Dampfblasen angenommen werden müssen. Allein sie aus einem und demselben Gebilde herzuleiten ist noch bis jetzt keiner Theorie gelungen, ja man müfste das Bestreben darauf geradezu als verfehlt betrachten, da man theoretisch keinen nothwendigen Zusammenhang zwischen Phänomenen suchen darf, der factisch nicht stattfindet, und man, auch in einem gleichmäfsigen Nebel,

keinesweges beide Ringe immer zugleich sieht. Wenn sie jedoch beide zusammen vorkommen, dann ist es am natürlichsten, die zwei in der Dicke der Wasserhülle verschiedenen Arten von Dampfblasen in verschiedener Höhe anzunehmen.

Eben so wenig wäre der Versuch gerechtfertigt, den Hof, oder den kleineren Ring mit einem erhellten innern Raume aus denselben Dampfblasen deduziren zu wollen, in denen die gröfseren Ringe sich bilden. Die Erfahrung würde dieser Deduction entgegenstehn, da sie aus den ersteren in dem nebeligen Gewölk, welches die Ringe erfordern, durchaus nicht sehen läfst. Die Höfe verlangen vielmehr die Wolkenart, die unter dem Namen cirrocumulus bekannt ist, und deren Existenz man Grund hat in bedeutendere Höhen zu setzen. Es ist natürlich, dieses Gewölk aus Dampfblasen bestehen zu lassen, deren Wasserhülle dünner ist, als in den tieferen Wolken, und diese Annahme genügt unserem Zwecke vollkommen.

Es wird hier nur nöthig seyn das Licht zu betrachten, das durch den innern Raum der Dunstkügelchen geht, und für welche die Gleichungen ($\varDelta$) gelten. Für die Strahlen, die nur zweimal gebrochen werden, ergiebt sich aus der Fig. 3. Taf. II. $\varDelta = 2\left(arc\ sin = n\frac{r'}{r} - arc\ sin\frac{r'}{r}\right)$, worin also $\frac{r'}{r}$ den Werth von n (im vorliegenden Fall, wo $n = \frac{4}{3}$, den Werth von 0,75) nicht überschreiten kann.

Setzt man für ψ'' 48° 35′ 24″, so findet man:

für $\frac{r'}{r}$	φ	$\varDelta$
0,998	86° 22′ 19″	6° 40′ 8″
0,999	87 25′ 56	4 40 40
0,9995	88 10 50	3 14 46
0,9997	88 35 12	2 27 36.

Man sieht hieraus, dafs für die angenommenen Werthe von $\frac{r'}{r}$ das Licht, welches von 0° bis 87° auf die

Kugel fällt, beinahe parallel austritt, während im Obigen, wo $\frac{r'}{r} = 0{,}484$ war, Licht, das nur von 0° bis 29° auffiel, beim Austritt um 67° divergirte. Es erklärt sich hieraus die intensive Helle, die man im Innern der Höfe beobachtet. Aus den angegebenen Zahlen erhellt, daſs der Durchmesser der Höfe um so gröſser seyn wird, je gröſser die cirro-cumulus Wolke, d. h. je mehr sich dieselbe dem cumulus nähert — eine Bemerkung, die Herr v. Meyer gemacht hat, und die ich seitdem immer bestätigt gefunden habe.

Da man es hier mit der Gränze der Refraction zu thun hat, so wird an dem äuſseren Ende derselben die rothe Farbe, und das Gelb zu innerst erscheinen, wie in dem oben angeführten Phänomen des ersten Ringes auf der Basis eines Prisma. Was die blaue Farbe betrifft, die man im Innern dieser Höfe angenommen hat, so ist sie nur vorhanden wenn der Hof nicht vollständig ist, und von zerriſsnen Wolken gebildet wird. Hieraus folgt, daſs das Blau mit dem Erscheinen des Hofes nicht zusammenhängt, und daſs der Durchgang des Lichts durch die Dampfblasen es nicht hervorbringt; denn man kann nicht annehmen, daſs es im vollständigen Hofe nur durch die intensivere Helle unscheinbar gemacht werde, etwas, daſs an jeder Stelle, wo Blau in einem weniger vollständigen sich bildet, ebenfalls statt haben müſste. Es sind aber zwei Umstände, die den Höfen das Blau im Innern vindizirt zu haben scheinen; einmal die Reihefolge der Farben von Gelb zu Roth nach Auſsen, die, wenn man auf das gewöhnliche Spectrum sieht, die brechbareren Farben nach Innen postuliren würde; dann aber das Durchscheinen des dunklen Himmels durch den erhellten innern Raum, das dem Hofe überhaupt ein bläuliches Ansehn giebt, und durch zerrissene, florartige Wolken nur noch befördert wird.

Zu den obigen Angaben von Δ muſs noch bemerkt

werden, dafs der gröfste Werth von $\psi''=48^\circ\,35'\,24''$ nur unter der Voraussetzung gelte, dafs das Innere der Dunstbläschen mit Luft erfüllt sey. Nimmt man es luftleer an, so wird ψ'' etwas kleiner ($=48^\circ\,27'$), Δ aber etwas gröfser.

Die angegebenen Werthe von $\frac{r'}{r}$ erfüllen die aerostatische Bedingung des Gleichgewichts der Wasserbläschen mit der Luft, die man erhält, wenn

$$r'=r\sqrt[3]{\frac{m-1}{m}},$$

gesetzt wird, wo m das specifische Gewicht des Wassers gegen Luft ist. Setzt man in diesen Ausdruck für m 800, so findet sich $r'=r.0{,}99958$, und für m 1600 $r'=r.0{,}99979$.

Es scheint nicht, dafs der Wasserdampf, so lange er unsichtbar in der Luft ist, unter der Gestalt von Dunstkügelchen mit verhältnifsmäfsig geringer Wasserdicke vorhanden sey. Denn berechnet man unter der Voraussetzung seines specifischen Gewichts $=0{,}623$, die Ablenkung, die er dem Licht geben würde, so findet man sie zu bedeutend, als dafs sie sich den Beobachtungen hätte entziehen können.

Was nun die mehreren concentrischen Ringe betrifft, aus denen zuweilen der Hof bestehend gefunden wird, so mufs man bemerken, dafs sich dieselben nur in einem Nebel, nie aber in einer vollständigen cirro-cumulus Wolke sich bilden können. Ich sah am 14. Mai d. J. um 11 Uhr den gewöhnlichen Hof um den Mond von etwa 7 bis 8° Durchmesser, innerhalb desselben aber einen hellen Kreis, der vom Monde beiläufig um $1\frac{1}{2}$ Mondsbreiten abstand. Bei genauerer Untersuchung zeigte sich die cirro-cumulus Wolke in der Mitte zerrissen, und als sie fortgezogen war sah man nur den hellen Kreis von etwa 3° Durchmesser. Es war klar, dafs sich derselbe in einem sehr feinen Nebel gebildet hatte, da in ei-

einiger Entfernung vom Monde der Himmel durchaus dunstfrei zu seyn schien. Diese Erscheinung hat somit nichts, das befremden könnte, und nur die Verbindung jener Wolkenart mit dem Nebel hatte zwei concentrische Kreise hervorgerufen. Wenn man zuweilen mehrere solcher Kreise gesehn hat, so kann man diefs nach der angeführten Art durch Nebelschichten erklären, die in der Höhe über einander liegen, und in deren einzelnen Bläschen die Dicke der Wasserhülle verschieden ist, nach der Bedingung ihres Gleichgewichts mit der Luft. Zwar hat Fraunhofer diese mehrfachen Höfe durch eine Inflexion des Lichts an der äufseren Fläche der Dampfkügelchen erklären wollen; allein auch davon abgesehn, dafs solche Erscheinungen zu schwach sind, um aus so bedeutenden Entfernungen noch sichtbar zu seyn, in denen gerade die Höfe sich bilden, so ist diese Erklärung nicht einfacher als die gegebene. In der That, wenn man die wenigen Messungen, die wir von concentrischen Ringen haben, nach Fraunhofer's Formeln berechnet, so findet sich, dafs, um die gemessenen Diameter zu erhalten, man die Gröfse der Dampfblasen verschieden annehmen müsse. Die Messung, die Jordan über zwei Ringe mit einem Sextanten anstellte, ergab ihm ihre Durchmesser $=2^{\circ}$ und $3^{\circ}\,20'$. Um den ersten derselben hervorzubringen müfsten die Dampfkügelchen einen Durchmesser von 0,001472 Z. gehabt haben, während der zweite einen von 0,001839 verlangt. Nun kann zwar die Verschiedenheit dieser Durchmesser nicht auffallen, da Saussure noch gröfsere im Nebel beobachtet hat, allein damit Ringe entstehen, müssen die verschiedenen Dampfkugeln in verschiedenen, durch den Halbmesser der Ringe bestimmten Entfernungen vom leuchtenden Körper liegen, und dieser Umstand hebt die Einfachheit der Erklärung auf, und zwingt, wenn man sich nicht in Schwierigkeiten verwickeln will, die verschiedenen Arten

der Dunstbläschen in verschiedener Höhe anzunehmen, in welchem Falle dann aber die einfache Brechung das Phänomen vollständig zu erklären vermag.

VI. *Eine besondere Art von Platinsalzen.*

Bei den vielen Versuchen, die ich, sagt Berzelius in seinem Jahresberichte No. 9. S. 159., mit Platinerzen anstellte, um in denselben die fremden Körper aufzufinden, kam ich auf den Gedanken, von einer weingeistigen Lösung des Doppelsalzes von Chlornatrium und Platinchlorid den Alkohol abzudestilliren. Hiebei fand ich in dem Rückstand in der Retorte ein eigenthümliches Platinsalz, welches ich anfangs für ein Palladiumsalz hielt. Als nämlich dieser Rückstand, nachdem der Alkohol gröfstentheils abdestillirt war, bei gelinder Wärme eingedampft wurde, und ich in die sehr saure Flüssigkeit Stücke von Chlorkalium legte, lösten sich diese auf, während sich zugleich ein gelbes Salz in glänzenden Krystallen niederschlug. Nachdem dieses Salz abgesondert, aufgelöst und bei niedriger Wärme wiederum abgedunstet worden war, wurde es in ziemlich deutlichen gelben Krystallen erhalten.

Nach einer vorläufigen Untersuchung von Magnus ist dasselbe ein Doppelsalz, bestehend aus Chlorkalium, Platinchlorür und einer eignen ätherartigen Substanz. An offner Luft erhitzt, entzündet es sich und brennt mit rufsiger Flamme. Die Auflösung desselben in Wasser wird langsam von Cyanquecksilber gefällt: der Niederschlag ist weifs, sehr voluminös, und wird, dem Lichte ausgesetzt, schwarz. Der Niederschlag mit Cyanquecksilber vermehrt sich oft viele Wochen hindurch, so dafs zuletzt die ganze Masse gelatinirt.

VII. *Zur Theorie und erweiterten Kunde der Zwillings-Stellungen, zunächst im regulären Krystall-Systeme;*
von Dr. Burhenne in Cassel.

Bei dem jetzigen Standpunkte der Krystallographie scheint es mir kein undankbares Streben zu seyn, die gesetzmäſsige Erklärung der regelmäſsig verwachsenen Individuen des Mineralreichs in den Principien der Krystallonomie aufzusuchen; dabei stütze ich mich theils auf bereits Anerkanntes, theils auf eigne Beobachtungen, die mich überzeugt haben, daſs in der Natur das Gebiet der streng gesetzlichen Krystall-Verwachsungen bei weitem umfassender erscheint, als es nach den seither beschriebenen Zwillingen zu schätzen wäre. An dem regulären Systeme, wie einem allgemeinen Beispiele, bezeichne ich im Folgenden die Hauptpunkte des Weges, den ich in sämmtlichen Krystall-Systemen eingeschlagen habe.

Im sphäroëdrischen Systeme gehen wir am einfachsten von den drei zu einander senkrechten Grunddimensionen aus; betrachtet man deren je zwei als Seiten eines Parallelogramms, oder je drei als Kantenlinien eines Parallelepipeds, indem man zugleich ihr Längenverhältniſs, gemäſs dem Grundcharakter des isometrischen Systems, rational setzt, dann ergeben sich unmittelbar in den Diagonalen und Eckdurchmessern neue Richtungen, die alle krystallonomisch*) sind, so wie gegenseits jede krystal-

*) Unter einer krystallonomischen Richtung verstehen wir zunächst die so construirte durch den Mittelpunkt des Systems gehende Linie, aber damit zugleich die zahllos vielen richtungsgleichen durch krystallonomische Punkte (Eckpunkte unserer Parallelogramme und Parallelepipede) gelegten Linien; an den Krystallformen erscheinen sie als Kanten, verrathen sich durch zwei in ihnen liegende Punkte (Eckpunkte der Gestalten), durch normale Flächen u. s. w.

lonomische Richtung aus einem gewissen rationalen Längenverhältnifs jener Hauptrichtungen als mittlere abgeleitet werden kann. (Hierin liegt im Grunde, wie leicht einzusehen, nur ein anderer Ausdruck für das bereits anerkannte Gesetz der rationalen Coëfficienten in den Flächenzeichen.) Indem diese Deduction wegen der unerschöpflichen Mannigfaltigkeit von Längenverhältnissen in's Unbegränzte fortläuft, nähern wir uns stets mehr dem vollständigen Systeme der unzählbar vielen krystallonomischen Richtungen (oder Richtungen schlechthin) des regulären Typus, mit Ausschlufs der unendlich vielen unkrystallonomischen, die aus irrationalem Längenverhältnifs der Grundaxen hervorgehen würden.

Jenem rationalen Längenverhältnifs zufolge tritt jede der Grundrichtungen stets mit einer Länge $= nS$ auf, wo n irgend eine — wenn man will, ganze — rationale Zahl bedeutet, S aber der Einfachheit halber $= 1$ gesetzt das gemeinschaftliche Längenmaafs abgiebt. Hieran schliefst sich der allgemeine Grundsatz, dafs jede krystallonomische Länge *) jeder krystallonomischen Richtung sich ausdrücken läfst im Verhältnifs zu jener Längeneinheit durch ns, wo der Coëfficient n alle (rationalen) Zahlenwerthe erhalten kann, s aber für dieselbe Richtung dieselbe Gröfse bleibt; in sofern wir nun für dieses s einen einfachen Ausdruck wählen, nennen wir es das *Grundmaafs* der Richtung. Jeder Dimension kommt demnach ihr bestimmtes Grundmaafs zu, so dafs jede in ihren unendlich vielen krystallonomisch möglichen Längen rationale Vielfache ihrer eigenthümlichen Grundlänge s darstellt; übrigens bedeutet hier Grundmaafs dasselbe was Grundzahl in Neumann's Beiträgen zur Krystallonomie, deren Studium bei jedem unbefangenen Mineralogen vorauszusetzen.

*) Krystallonomische Längen einer Richtung werden begränzt durch krystallonomische Punkte (in denen sich krystallonomische Linien schneiden). Ueberhaupt resultiren krystallonomische Formelemente aus dem Conflict anderer gegebener.

Im Allgemeinen ist das s einer Linie entweder $=1$ (der Grunddimensionen) oder eine Irrationalgröfse, je nachdem diese Linie zu den Grundrichtungen in einem commensurabeln oder incommensurabeln Längenverhältnifs steht, so dafs wir im erstern Falle für das bei jener Deduction sich darbietende Richtungszeichen *) [m:n:r] den Längenausdruck $\sqrt{(m^2+n^2+r^2)}$ als einen rationalen, im letzteren Falle aber als einen irrationalen anerkennen; da nun m, n, r alle Rationalzahlen, auch bedingungsweise Null bedeuten, so giebt es unendlich viele irrationale Grundmaafse, denen allen die Eigenschaft gemein ist, Quadratwurzeln aus der Summe von zwei oder drei Quadratzahlen anzuzeigen. Vorzüglich interessirt uns hier die bis jetzt zum Nachtheil der Krystallonomie vernachlässigte Vergleichung der Richtungen, in wiefern sie gleiches Grundmaafs aufweisen, *gleichmaafsig* (isometrisch) sind, oder im Gegentheile ungleichmaafsig (anisometrisch); alle Linien nämlich, von deren Zeichen die Gleichung $\sqrt{(m^2+n^2+r^2)}=ps$ gilt, wo die Rationalzahl p sich ändern kann, s aber dieselbe Gröfse bleibt, sind gleichmaafsig, ebenfalls zwei Linien [m:n:r] und [m′:n′:r′], wenn $\frac{m^2+n^2+r^2}{m'^2+n'^2+r'^2}$ ein vollkommnes Quadrat ausdrückt. Obgleich bei der unbeschränkten Anzahl von Grundmaafsen unendlich viele Dimensionen verschiedenes Grundmaafs haben, so weisen doch auch unendlich viele dasselbe auf, so dafs *jedes* Grundmaafs, es sey durch 1 oder durch eine Irrationalgröfse ausdrückbar, *unzählbar vielen* Richtungen zugehört. — Es ist nicht schwer zu beweisen (z. B. mit Hülfe einiger Proportional-Sätze über Dreiecke), dafs nicht nur aus den drei Hauptdimensionen die nach gegenseitiger Lage und Grundmaafs ihrer Linien bestimmte Richtungsgesammtheit des regulären Systems in bestimmter Stellung durch obige De-

*) Entsprechend dem bekannten Zeichen für Zonenaxen nach Weifs.

duction erzeugt werden kann, sondern in derselben Stellung auch aus irgend drei *) nicht in Einer Ebene gelegenen krystallonomischen Richtungen auf analoge Weise, indem man jede als rationalen Theil ihres eigenthümlichen Grundmaafses in's Seitenverhältnifs der durch sie bestimmten Parallelogramme und Parallelepipede eingehen läfst; jede Dimension sammt ihrem Grundmaafse ist demnach aus drei beliebigen nach Lage und Grundlänge bekannten als mittlere ableitbar, und wenn diese mit zweien der gegebenen in Einer Ebene liegen soll, so genügen schon diese beiden, weil hier bei der Ableitung der mittlern die Ausdehnung der dritten $=0$ zu setzen, auf welchem Wege sich alle unsere Richtungs-Parallelepipede in Richtungs-Parallelogramme auflösen lassen. Statt der Zahl drei darf man sogar jede andere Zahl setzen, oder mit andern Worten: man kann so viele und welche Dimensionen man will (wenn sie nur nicht alle Einer Ebene angehören) combiniren, damit aus ihren unendlich mannigfachen Längenverhältnissen, in denen sie als aliquote Theile ihrer Grundmaafse auftreten, alle andern Richtungen als ausgleichende resultiren, kurz, wir haben es zu thun mit einem Liniensystem im strengen Sinne des Wortes, als einem Ganzen sich wechselbestimmender Glieder.

Unter diesen zahllosen Modificationen behält freilich die Ableitung sämmtlicher Richtungen aus den Grunddimensionen, d. i. aus einem *rechtwinkligen isometrischen Linienkreuze*, als die einfachste den Hauptrang; da nun aber, wie wir im Folgenden sehen werden, solcher isometrischen rechten Kreuze **) *unendlich viele* im regulä-

*) Vergl. Kupffer über die Krystallisation des Kupfervitriols etc. in diesen Annalen. J. 1826. St. 9. p. 67. ff. bes. p. 73.

**) Man könnte hier auch an rechte isometrische Kreuze dreier Linien denken, deren Grundmaafs nicht $=1$, sondern irgend eine irrationale Quadratwurzel, wenn es nicht eine interessante Eigenschaft des regulären Richtsystems wäre, dafs, sobald *eines*

ren Richtungssysteme sich auffinden lassen, so steht auf dieser Stufe der Betrachtung das Grundkreuz, von welchem wir ausgingen, als rechtes isometrisches Kreuz nicht mehr einzig da, ist als solches nicht vor den andern an sich ausgezeichnet, und wir brauchen nicht länger einseitig an ihm zu haften; diese *allgemeinste* *) Betrachtungsweise eines Richtungssystems, bestimmt in den Verhältnissen der Lage und Grundlänge seiner Glieder, ist seither verkannt. Indem wir so das Erscheinen der zahllos vielen rechten gleichmaafsigen Kreuze, deren jedes in derselben Beziehung zum Richtungsganzen steht, von deren jedem aus dieselbe Richtgesammtheit in derselben Stellung deducirt wird, anerkennen, und keinem einzelnen an sich einen Vorzug vor den andern zugestehen, betrachten wir das Richtsystem noch nicht in nächstem Bezug auf ein Krystallindividuum (was freilich gewöhnlich geschieht), denn ein solches bezieht sich immer auf *ein* rechtes isometrisches Kreuz als sein Grundaxenkreuz; nachdem wir zu diesem eins der unendlich vielen Kreuze ausgewählt haben, dann erst bestimmt sich dem Betrachtenden das Richtsystem weiter zum Richtsystem eines Individuums, indem vom Grundkreuz aus und in Bezug auf dasselbe die bestimmte, überschaubare Symmetrie sich einsetzt, wie sie in den Gestaltungen aller Individuen des regulären Systems uns entgegentritt. Nun kann die Unterscheidung des Gleichwerthigen vom Ungleichwerthigen vollständig eintreten, wobei sich die Gleichwerths-Zahlen (1, 2, 3, 4, 6, 8, 12, 24, 48) als *endliche* ergeben;

rechten isometrischen Kreuzes Grundmaafs $=1$ gesetzt wird, daraus für *alle* die unendlich vielen ihr $S=1$ folgt; den Beweis kann ich hier um so eher übergehen, da er sich an ein von Neumann dargelegtes krystallonomisches Gesetz (in seinen erwähnten Beiträgen, p. 52. ff. auch p. 76.) leicht anknüpfen läfst.

*) Sie ist, beiläufig bemerkt, besonders auch für diejenigen wichtig, welche aus dem regulären Krystall-Systeme, wie aus einer gemeinschaftlichen Mutter, sämmtliche übrige auf eine gewisse Weise herzuleiten versuchen.

die zahllosen Dimensionen ordnen sich in unzählbare Gruppen *), deren jede eine *zählbare* Gesammtheit gleichwerthiger Dimensionen begreift. Die Richtungen werden nach den auf ihre *Seiten* sich beziehenden Gleichwerthszahlen, so wie nach dem Verhalten ihrer Abschnitte diesseits und jenseits des Systemmittelpunkts benannt, sie sind im Allgemeinen n + 2 n seitig, oder n seitig, 1 + 1 endig, oder 2 endig; nunmehr könnte man das Richtsystem mit bestimmtem *Seitenverhalten* seiner Linien benannt nennen, dagegen es auf der frühern Stufe der Betrachtung, wo diese symmetrische Seitenbezeichnung noch nicht eingetreten war, unbenannt erscheint. Bekanntlich sind in Beziehung auf dasselbe Grundkreuz mehrere Arten von Bestimmungen der Seitenverhältnisse an den Richtungen, also mehrere Grade der Symmetrie zu unterscheiden: auf der höchsten Stufe steht der Seitencharakter des homoëdrischen Typus, man könnte ihn den ursprünglichen nennen, aus welchem die tetraëdrische und pyritoëdrische Symmetrie, Seitenbestimmung hervorgehen, indem in die ursprünglich gleichwerthigen Seiten der Richtungen einfachster (entzweiender, polarer) Gegensatz eintritt; auf die gedreht-leucitoïdischen oder granatdioëdrischen und die pyritotetraëdrischen Formen nehmen wir keine Rücksicht, da wenig Hoffnung vorhanden ist, dieselben, besonders die letztern, wo jede Seite zweimal in die Differenzirung eingeht, je in der Natur zu finden.

Bekanntlich hat man bei jenen beiden Arten der Hemiedrie zwei sich wie + und — *entgegengesetzte* Seitenbestimmungen in Beziehung auf dieselben Hauptaxen zu unterscheiden; ferner kann von *jedem* der unendlich vielen rechten isometrischen Kreuze aus die Symmetrie, das Seitenverhalten sich einsetzen, *jedes* derselben kann

*) Ich brauche wohl kaum zu bemerken, dafs man, freilich weniger einfach, von *jeder* Gruppe als von einem Träger der Symmetrie ausgehen kann, wobei aber immer schon ein bestimmtes Grundkreuz supponirt ist.

zum Grundaxenkreuz eines Krystalls werden; bleibt dabei das Richtsystem in *fester* Stellung, so ist natürlich weiter nichts geändert, als die Seitenbestimmung verrückt. Finden wir nun bei zwei oder mehreren regulären Individuen, dafs ihre Liniensysteme parallel, d. i. in derselben Stellung sind, vermissen aber den Parallelismus gleichwerthiger Seiten, so anerkennen wir sie damit als Zwillinge, Drillinge, Vierlinge, kurz: als *sich krystallonomisch stellbedingende* Krystalle; beziehen wir solche parallele Liniensysteme auf einen gemeinschaftlichen Mittelpunkt, so fallen natürlich die Richtungen des einen Krystalls in die des andern, aber nicht mit gleichwerthigen Seiten, sonst hätte man es mit parallelen Krystallindividuen zu thun.

Nunmehr erklären wir (krystallonomisch) *stellbezugliche Krystalle* (*Zwillinge, Drillinge u. s. w.*) als parallele (nach Lage und Grundlänge identische) Richtsysteme mit versetztem Seitenverhalten. Man unterscheidet füglich *zwei* schon angedeutete *Hauptabtheilungen:*

1) stellbezugliche Krystalle mit *parallelen* Grundkreuzen, deren Seiten hemiedrisch auf eine wie + und — sich entgegengesetzte Weise bezeichnet sind; sie werden leichter aufgefafst, als

2) stellbezugliche Krystalle mit *nicht parallelen* Grundaxen. Hat das Richtsystem irgend eine bestimmte Stellung, so ist dadurch nicht etwa nur *eine* Stellung des Krystallindividuums gegeben, wie man es gewöhnlich betrachtet, nicht von vorn herein die unendlich vielen rechten Kreuze von verschiedener Lage berücksichtigend, sondern in diesen sind uns *eben so viele* verschiedene Lagen des Grundkreuzes gegeben, so dafs *eine* Stellung des Richtsystems *unendlich viele* (doch nicht als denkbare) bestimmte Stellungen des Individuums bedingt, deren je zwei eine Zwillings-, je drei eine Drillings-Stellung u. s. w. Tritt also bei derselben Stellung des Richtsystems die symmetrische Gestaltung nach mehr als *einem* Grund-

kreuz in eben so vielen Individuen auf, so erscheinen diese als Zwillinge, Drillinge u. s. w. Gemäſs der unendlichen Anzahl rechter isometrischer Kreuze sind unendlich viele Arten von Zwillings-Stellungen gesetzlich möglich, von denen die Natur zwar in der Regel mehr die einfacheren Fälle aufweist, aber dessen ungeachtet ist das Erscheinen krystallonomisch stellbedingter Individuen bei weitem *häufiger*, als man seither glaubte, wie die oft mühsame Beobachtung lehrt.

So sind nun Zwillinge, Drillinge u. s. w. in echt krystallonomischer Stellungsabhängigkeit, und können die Formelemente des einen auf die des andern eben so wie auf die desselben Individuums krystallgesetzlich bezogen werden; sie bedingen sich dermaſsen gegenseitig in ihrer Lage, daſs das eine Individuum thätig *alle* seine Richtungen (ohne Bezug auf Seitenbestimmung) mit ihren bestimmten Grundmaaſsen in's andere einsetzt, was auch dem oben angedeuteten Wesencharakter des Richtsystems, als eines Ganzen, dessen Glieder sich wechselseitig fordern, entspricht.

Betrachten wir zwei Individuen in Zwillingsstellung: Was als krystallonomische oder respective unkrystallonomische Fläche, Zonenebene, Kante, Zonenaxe auf das eine Grundkreuz kann bezogen werden, ist auch als solche mit demshlben Grundverhältniſs *), Grundmaaſs auf das andere beziehbar. Da alle rechte isometrische Kreuze in demselben Lagenverhältniſs zum Richtungsganzen stehen, so haben auch je zwei derselben *gegenseitig gleiches* Stellungsverhältniſs zu einander **), also auch beide Individuen *a*, *b* eines Zwillings, indem die Richtungen des *a* auf *b* bezogen eben so erscheinen, wie die des *b*

*) Die Erklärung dieses Ausdrucks findet sich in Neumann's Beiträgen zur Krystallonomie, p. 20, 52, 76.

**) Nicht Linie gegen Linie betrachtet, sondern die eine gegen die andere Liniencombination.

auf a *). Als Beispiel diene aus unserer zweiten Hauptabtheilung der so häufige Zwilling, dessen Individuen P und P' rhomboëdrisch gestellt sich dihexaëdrisch ergänzen, wie Mohsen's O, $\{\frac{o}{4}\}$; drücken wir die Richtungen in Bezug auf beide Grundkreuze aus, deren eines und somit auch das andere $s=1$ gesetzt wird, so ergiebt sich: die drei Hauptaxen oder Würfelflächen-Normalen [1:0:0] des einen sind parallel Pyramidenoctaëder-Normalen [2:2:1] des andern, und *vice versa*, während $s=1$ bleibt; bei gemeinschaftlichem Mittelpunkt fallen drei Granatoëder-Normalen [1:1:0] in [1:1:0] des andern, sind also gleichlagig zu P und P', die übrigen drei [1:1:0] in Leucitoid-Normalen [4:1:1] des andern, s bleibt $=\sqrt{2}$; drei Octaëder-Normalen [1:1:1] des einen fallen in Leucitoid-Normalen [5:1:1] des andern, die vierte [1:1:1] in [1:1:1], also gleichlagig, deren aller $s=\sqrt{3}$; drei [2:1:1] in [5:5:2], drei [2:1:1] in [2:1:1], die übrigen sechs [2:1:1] in [7:2:1], aller $s=\sqrt{6}$; drei [3:3:1] in [7:7:1], drei andere in [7:5:5], die übrigen sechs [3:3:1] in [3:3:1], aller $s=\sqrt{11}$; drei [3:2:2] in [8:8:5], drei in [11:4:4], die andern sechs in [12:3:0], aller $s=\sqrt{17}$; sechs [2:1:0] in [2:1:0], sechs in [5:4:2], $s=\sqrt{5}$; sechs [3:1:0] in [8:5:1], sechs in [7:5:4], $s=\sqrt{10}$; sechs [3:2:0] in [10:4:1], sechs in [8:7:2], $s=\sqrt{13}$; drei [2:2:1] in [7:4:4], drei in [1:0:0], sechs in [8:4:1], aller $s=1$; drei [3:3:2] in [10:7:7], drei in [14:1:1], sechs in [13:5:2], $m=\sqrt{22}$; sechs [6:3:2] in [16:13:4], sechs in [20:5:4], sechs in [19:8:4], sechs in [16:11:8], aller $s=1$ u. s. w. Verwächst ein drittes Individuum P'' mit P eben so wie P', nur nach einer andern Octaëder-Normale, z. B. Mohsen's O, $\{\frac{o}{4}\}$, so stehen P' und P'' ebenfalls in Zwillings-Stellung, indem eine Haupt-

*) Es lassen sich zwischen zwei congruenten regulären Körpern unendlich viele Stellungsverhältnisse bestimmen, wo diefs nicht stattfindet; es sind alle unkrystallonomische.

axe [1:0:0] des einen in [7:4:4] des andern, und die zwei übrigen [1:0:0] in [8:4:1], s bleibt $=1$; eine Granatoëder-Normale [1:1:0] in [1:1:0], zwei in [4:1:1], zwei in [11:5:4], die sechste in [8:7:7], aller $m=\sqrt{2}$; eine Octaëder-Normale [1:1:1] in [5:1:1], eine in [11:11:1], die beiden andern in [13:7:5], aller $m=\sqrt{3}$ u. s. w. Man findet diese correspondirenden Zeichen entweder durch geometrische Construction, oder viel kürzer, indem die Richtung als Kraftrichtung betrachtet nach den Formeln der Mechanik in die drei zu einander senkrechten Dimensionen des andern Grundkreuzes zerlegt wird. Von den Flächen und ihren Grundverhältnissen gilt dasselbe, was von ihren Normalen und deren Grundmaafsen.

Es folgt aus dem Obigen gar leicht, dafs, wenn man von mehreren Individuen jedes in Zwillings-Stellung nur zu irgend einem der andern, man dadurch alle als stellbezuglich zu jedem beobachtet hat. Um nun zwei Individuen als Zwillinge zu erkennen, erinnern wir uns, dafs eine bestimmte Stellung des Richtsystems (ohne Bezug auf Seitenverhalten) durch die Lage von irgend drei krystallonomischen Richtungen mit bekannten Grundmaafsen gegeben ist; wir haben also nur zu beweisen, dafs drei krystallonomische Linien des einen Krystalls drei krystallonomischen mit entsprechenden Grundmaafsen im andern parallel sind, und in specie, wenn wir der Einfachheit halber uns wieder an's Grundkreuz halten, dafs dessen drei Linien in drei isometrische des andern fallen, von welchen aus die Richtgesammtheit in einer bestimmten Stellung, die also beiden Individuen gemeinschaftlich ist, construirt wird. Es ergeben sich demnach alle gesetzlich möglichen Zwillings-Stellungen, wenn man in einem Individuum die rechten isometrischen Kreuze aufsucht, und mit den einzelnen derselben das Grundkreuz eines andern in Parallelismus bringt. — Hier giebt es noch einen zweiten Hauptweg, der sich mehr an die ge-

wöhnliche Betrachtungsweise anschliefst. Man stellt nämlich einen Krystall nach irgend drei zu einander senkrechten krystallonomischen Linien als Axen; erscheint sodann der Typus als ein *hemiëdrisch*- oder resp. *tetartoëdrisch*-regulärer, -viergliedriger, -zwei- und zweigliedriger, -sechsgliedriger, so giebt es in Bezug auf dasselbe Axenkreuz eine oder resp. drei andere Stellungen des Individuums, welche mit jener Stellung den *homoëdrisch*-regulären, -viergliedrigen u. s. w. Typus wieder erzeugen; es bleiben dabei drei Richtungen, und folglich die Richtungsgesammtheit in derselben Stellung, während die Lage der Individuen, die Seitenbestimmung verrückt wird, und die Bedingung der Zwillingsstellung ist erfüllt. Wie daher in unserer ersten Hauptabtheilung der hemiëdrisch-regulären Individuen zur homoëdrisch-regulären Symmetrie sich ausgleichen, so wird auch bei allen möglichen Zwillingen der andern Abtheilung die niedrigere Symmetriestufe der Individuen erhöht, sobald man diese in gewissen untergeordneten Stellungen betrachtet, welche eine Analogie zu dem viergliedrigen, zwei- und zweigliedrigen u. s. w. Krystallsysteme gewähren *); hieraus folgt,

*) Scheint sich in einaxigen Systemen zwei- und zweigliedriger Typus (Staurolith *géminée rectangulaire H.*) oder gar zwei- und eingliedriger (Gotthardter Adular-Vierlinge) zum viergliedrigen zu steigern u. s. w., so liegt das in der Eigenthümlichkeit solcher Richtsysteme. Beim Staurolith ist in gewöhnlicher Stellung die verticale mit der längern horizontalen Axe isometrisch, daher bei aufrechter kürzerer Queraxe eine analoge Erscheinung wie beim Harmotom sich zeigt. — Beim Feldspath sind die Normalen von *P* und *M* isometrisch (die sich an den Bavenoer-Zwillingen vertauschen), weshalb bei verticaler Stellung dieser Flächen eine Beziehung zum viergliedrigen System eintritt; es hat übrigens mit der Stellung bei verticalem *P* und *T* dieselbe Bewandtnifs, auch diese Flächen haben gleiches Grundverhältnifs, und vertauschen sich (bei gleichlagigem 0) an einem Zwillinge des gemeinen Feldspaths aus Thüringen, der sich in einer hiesigen Sammlung befindet. Uebrigens stimmt die Isometrie der Normalen von *P*, *M*, *T* des Feldspaths, eine *interes-*

dafs Zwillinge *wenigstens* die Symmetrie des zwei- und eingliedrigen Typus, nie den Symmetriemangel des eingliedrigen zeigen. Uebrigens überschaut man das Stellungs-Verhältnifs zweier Individuen am leichtesten und allseitig dadurch, dafs man sich ihre Mittelpunkte in einanderfallend denkt, ob die Krystalle auch in der Natur durch-, oder an- einander gewachsen sind mit dieser oder jener Fläche u. s. w., das ist für das Stellungs-Verhältnifs, wie es der Krystallograph betrachtet, unwesentlich, und erst bei Beschreibung specieller Fälle zu erwähnen.

Wir kehren auf unsern frühern Weg zurück, und suchen in einem Krystall das Wiedererscheinen der drei zu einander senkrechten isometrischen Linien des Grundkreuzes zu erkennen. Für die gegenseitige Rechtwinklichkeit dreier Linien [m:n:r], [m′:n′:r′], [m″:n″:r″] im regulären System giebt die analytische Geometrie die Bedingungsgleichungen:

$$m\,m' + n\,n' + r\,r' = 0$$
$$m\,m'' + n\,n'' + r\,r'' = 0$$
$$m'm'' + n'n'' + r'r'' = 0.$$

Damit sie auch gleiches Grundmaafs $=1$ (sobald des Grundkreuzes $s=1$ gesetzt wird, wie schon bemerkt) aufweisen, müssen die Ausdrücke:

$$\sqrt{(m^2 + n^2 + r^2)}$$
$$\sqrt{(m'^2 + n'^2 + r'^2)}$$
$$\sqrt{(m''^2 + n''^2 + r''^2)}$$

rationale seyn. Diese Bedingungen erfüllen im Individuum:

sante Thatsache, völlig mit Angabe der Dimensionsverhältnisse nach Weifs: $a:b:c = \sqrt{\tfrac{1}{3}} : \sqrt{1} : \sqrt{\tfrac{1}{13}}$, wo $\sqrt{\frac{1}{a^2}+\frac{1}{b^2}}$ und $\sqrt{\frac{1}{a^2}+\frac{1}{c^2}}$ rationale Vielfache von b sind.

I. Die drei Linien des Grundkreuzes selbst

[1:0:0]
[0:1:0]
[0:0:1].

Liegen dieselben mit dem Grundkreuze eines zweiten Individuums von verschiedener Stellung parallel, so müssen die Formen hemiëdrische seyn, wie in unserer ersten Hauptabtheilung, weil sonst die Individuen selbst in Parallelismus wären. Da es im regulären Systeme keine tetartoëdrischen Gestalten giebt, so genügen stets zwei polarisirte Krystalle, um durch ihr Stellungs-Verhältniſs die höhere *homoëdrisch-reguläre* Symmetriestufe darzustellen, indem ihre wie + und — entgegenstehenden Seitenbestimmungen sich zu neutralisiren suchen; bei tetraëdrischen Individuen ist dieser Fall schon von Romé de l'Isle, bei pyritoëdrischen durch Weiſs beschrieben.

II. [2:2:—1]
[2:—1:2]
[—1:2:2].

Durch Veränderung der Vorzeichen erhält man noch drei diesem gleichwerthige Kreuze, welche zusammen die Normalen-Gruppe des gewöhnlichen Pyramidenoctaëders $\boxed{\frac{1}{2}:\frac{1}{2}:1}$ bilden. Laufen einem solchen rechten isometrischen Kreuze im einen Individuum die Hauptaxen des andern parallel, so ergänzen sich beide in rhomboëdrischer Stellung zum *sechsgliedrigen* Typus des Zwillings, während eine Octaëdernormale zu beiden gleichlagig ist. Zur Wiedererzeugung der regulären Symmetrie müſsten allen vier genannten Kreuzen eines Individuums die Grundkreuze von vier andern parallel seyn, was ich auch öfters beobachtet habe; diesen Fall kann man schnell und sicher schon aus den Zonen erkennen, wenn Würfel mit Octaëderflächen combinirt sind. Schon längst sind die hieher gehörigen Zwillinge bei homoëdrischen Formen beschrieben, auch bei tetraëdrischen von Haidinger, und bei

pyritoëdrischen von Wackernagel. So ungemein häufig diese Verwachsung bei den mannigfaltigsten regulären Formen beobachtet ist, so entgeht sie doch auch oft dem flüchtigen Blicke besonders dann, wenn sich die Individuen nicht in einer ebenen Zusammensetzungsfläche begränzen, und der symmetrische Typus dem Auge weniger ungesucht daliegt; dieſs letztere mag auch wohl eine von den Ursachen seyn, daſs von den nun folgenden Zwillings-Stellungen in mineralogischen Schriften seither keine beschrieben ist. In Krystallgruppen, deren Individuen dem ersten Blick wie durch einander gerüttelt erscheinen, so daſs eins das andere gleichsam theilweis verschlingt, entdeckt man strenggesetzliche Verwachsungen, ohne stets durch eine ebene Gränzfläche an das Wort — Hemitropie — erinnert zu werden; ein und dasselbe Stellungs-Verhältniſs kann sich so auf mannigfaltige Art dem Auge darbieten, je nach der Richtung, in welcher die Mittelpunkte der Gestalten aus einander liegen. Um die Symmetrie des Zwillings und überhaupt das Lagen-Verhältniſs seiner Individuen schnell und vollständig zu übersehen, sind Modelle mit gemeinschaftlichem Mittelpunkt der Individuen, wie ich sie von den beobachteten Fällen zum Unterricht mir verfertigt habe, das beste Mittel.

III.
$$\begin{array}{l|l}
[(m+n)m:(m+n)n:-mn] & [(m+n)n:(m+n)m:-mn] \\
[(m+n)n:-mn:(m+n)m] & [-mn:(m+n)n:(m+n)m] \\
[-mn:(m+n)m:(m+n)n] & [(m+n)m:-mn:(m+n)n]
\end{array}$$

Durch Versetzung der Vorzeichen bekommt man noch sechs, also zusammen acht gleichwerthige Kreuze im Individuum, welche in Combination das Normalen-System eines Achtundvierzigflachs $\boxed{m+n:m:n}$ bilden. Fallen nun die Würfelnormalen des einen Individuums in ein solches Kreuz des andern, so zeigt der Zwilling in Bezug auf eine zu beiden Krystallen gleichlagige Octaëdernormale *dreigliedrigen* Typus; stellt man die Indivi-

durch

duen auf eine gleichlagige Pyramidengranatoëder-fläche

$$\left|\frac{1}{m}:\frac{1}{n}:\frac{1}{m+n}\right|,$$

also eingliedrig (wobei eine Octaëdernormale eine Queraxe abgiebt), so ergänzen sie sich zum zwei- und eingliedrigen Typus. Da m und n alle ganze Rationalzahlen bedeuten, so sind hier gesetzlicherweise unendlich viele Fälle möglich, von denen ich mehrere beobachtet habe, bei welchen m und n einfache Werthe erhalten. Wird $m=n$, so kommt man zu II.

In die bis jetzt aufgestellten Formeln sind alle möglichen Zwillings-Stellungen eingeschlossen, bei denen die Hauptaxen des einen *drei unter sich gleichwerthigen* Richtungen des andern Individuums parallel sind. Wir gehen nun zu den Fällen, wo das Grundkreuz in *zwei gleichwerthige und eine zu beiden ungleichwerthige* Linien fällt.

$$\text{IV.}\quad \begin{matrix}[\;0 : 0 : 1\;]\\ [0:m^2-n^2:2mn]\\ [0:-2mn:m^2-n^2]\end{matrix}\;\Bigg|\;\begin{matrix}[\;0 : 1 : 0\;]\\ [m^2-n^2:0:2mn]\\ [-2mn:0:m^2-n^2]\end{matrix}\;\Bigg|\;\begin{matrix}[\;0 : 0 : 0\;]\\ [m^2-n^2:2mn:0]\\ [-2mn:m^2-n^2:0]\end{matrix}$$

Durch Vertauschung der Vorzeichen erhält man noch drei diesen gleichwerthige Kreuze, deren jedes aus einer Würfel- und zwei Pyramidenwürfel-Normalen besteht. Bei den hieher gehörigen Zwillingen ist also beiden Grundkreuzen der Individuen eine Linie gemein, auf welche der Typus des Zwillings bezogen *viergliedrig* bleibt; stellt man die Individuen auf eine zu beiden gleichlagige Pyramidenwürfel-fläche, d. i. zwei- und zweigliedrig, so ergänzen sie sich zum zwei- und zweigliedrigen Typus. Hier habe ich wenigere Fälle als unter No. III. beobachtet. Ist $m=n$, so hat man No. I.

$$\text{V.}\quad \begin{matrix}[2mn:2mn:2m^2-n^2]\\ [2m^2:-n^2:-2mn]\\ [n^2:-2m^2:2mn]\end{matrix}\;\Bigg|\;\begin{matrix}[2mn:2m^2-n^2:2mn]\\ [2m^2:-2mn:-n^2]\\ [n^2:2mn:2m^2]\end{matrix}\;\Bigg|\;\begin{matrix}[2m^2-n^2:2mn:2mn]\\ [-2mn:2m^2:-n^2]\\ [2mn:n^2:-2m^2]\end{matrix}$$

Verändert man die Vorzeichen, so finden sich noch neun, also zusammen zwölf gleichwerthige rechte isometrische Kreuze im Individuum, die aus zwei Achtundvier-

zigflachs-Normalen und einer entweder Leucitoïd- oder Pyramidenoctaëder-Normale (je nachdem $2m^2 - n^2$ gröfser oder kleiner als $2mn$) zusammengesetzt sind. Liegen einem solchen Kreuze die Hauptaxen eines andern Krystalls parallel, so ist zu beiden eine Granatoëder-Normale gleichlagig, auf welche der Typus des Zwillings bezogen *zwei- und zweigliedrig* bleibt. Stehen die Individuen auf einer zu beiden gleichlagigen Leucitoïd- oder Pyramidenoctaëder-fläche, also zwei- und eingliedrig, so erhöhen sie sich in ihrer Stellung zum zwei- und zweigliedrigen Typus. Diese Fälle kommen häufiger vor als unter IV. Ist $m = n$, so kommt No. II.

Bei der unendlichen Anzahl der noch übrigen gesetzlich möglichen Zwillings-Stellungen fällt das Grundkreuz des einen in drei unter sich *ungleichwerthige* Richtungen des andern; um zur Anschauung der zwei- und eingliedrigen Symmetrie solcher Zwillinge, von denen ich noch keinen mit Sicherheit beobachtet habe, zu gelangen, läfst sich die Hülfe von Modellen mit *einem* Mittelpunkt der Individuen kaum entbehren.

Noch möchte ich folgende einfache Vorstellungsweise nicht unerwähnt lassen. Man erhält nämlich alle möglichen Zwillings-Stellungen, und zwar die unter I., wenn zwei congruente tetraëdrische Formen mit sich *deckender* Würfelfläche *), und zwei pyritoëdrische mit sich dekkender Granatoëderfläche **) an einander gelegt werden; eben so lasse man unter II. eine Octaëder- oder Leucitfläche, unter III. eine Pyramidengranatoëder-fläche, unter IV. eine Pyramidenwürfel-fläche, unter V. eine Leucitoïd- oder Pyramidenoctaëder-fläche bei zwei congruenten Gestalten sich gegenseitig decken; alle übrigen Zwillinge erhält man dadurch, dafs man Krystalle mit so zusammenfallender Fläche eines Achtundvierzigflachs an einander bringt.

*) In Combination mit Tetraëder-flächen betrachtet.

**) In Combination mit Pyritoëder-flächen.

Individuen in solcher Verwachsung, daſs ungleichmaaſsige Linien in Parallelismus kommen, sind noch *nie* beobachtet, z. B. zwei Würfel in einer Stellung zu einander, daſs eine Kante des einen einer Flächendiagonale oder Eckenaxe des andern parallel wäre, oder daſs die eine Stellung aus der andern durch Umdrehung um 45° in einer Würfelnormale, oder um 90° in der Granatoëdernormale erhalten würde u. s. w.

Was hier mit wenigen Zügen angedeutet ist, werde ich in Kurzem ausführlich entwickeln, mit specieller Beschreibung der neu beobachteten krystallonomisch verwachsenen Individuen, und auf die übrigen Krystall-Systeme ausdehnen, in welchen das Auftreten krystallonomischer Stellungs-Verhältnisse, in sofern es über den *orthometrischen* Charakter von Mineralien entscheidet, noch nicht gehörig gewürdigt ist.

Zusatz. Indem man eines Krystalles Richtung [m:n:r] von bestimmtem s auf die Grundkreuze zu jenem stellbezuglicher Krystalle bezieht, d. i. in diese Grundkreuze zerlegt ausdrückt, so ergeben sich für m, n, r in $\sqrt{(m^2+n^2+r^2)} = ps$ andere Zahlen; es läſst sich, sobald man den oben bezeichneten Charakter des Richtsystems aufgefaſst hat, die Aufgabe, für m, n, r allgemeine Werthe bei bestimmtem s zu finden, durch geometrische Construction lösen, wodurch dann eine Richtung, bezogen auf alle unendlich vielen rechten isometrischen Kreuze, ihr *allgemeinstes* Zeichen bekommt; so erhält ein ganzes System von Aufgaben aus der unbestimmten Analytik hier *naturhistorische* Bedeutung.

VIII. *Angeblich neue Chromsäure.*

Köchlin glaubt eine neue Chromsäure aufgefunden zu haben, zu deren Bereitung er folgende Vorschrift giebt. Man koche 10 Theile neutrales chromsaures Kali und 9 Theile Weinsäure mit Wasser bis die Lösung schön grün ist, fälle darauf die Flüssigkeit mit Bleizucker, und zersetze nun den Niederschlag durch Schwefelwasserstoff. Die so erhaltene Säure ist grün und nicht krystallisirbar, und giebt, nach Hrn. Köchlin, eigenthümliche theils violette, theils grüne Salze (*Bulletin des Sciences mathématiques etc. Febr.* 1828, *p.* 132.).

Diese Angaben, bemerkt Berzelius in seinem 9. Jahresbericht, S. 99., sind factisch richtig, aber in der Erklärung liegt ein Irrthum. Man erhält nämlich weinsaures Chromoxyd-Kali, woraus Bleizucker ein Doppelsalz mit Bleioxyd fällt. Die grüne Säure ist ein Bitartrat, welches, wie viele weinsaure Salze, nicht von Alkalien gefällt wird, sondern mit diesen krystallisirende Doppelsalze giebt.

IX. *Versuche und Bemerkungen über das polare Verhalten der Flüssigkeit in der galvanischen Kette, mit Berücksichtigung einiger dahin gehörigen Mittheilungen der Herren Marianini, C. H. Pfaff und de la Rive; von G. F. Pohl.*

1. Zur vollständigen Schliefsung des Wirkungskreises einer einfachen galvanischen Kette wird bekanntlich der stetige Zusammenhang des flüssigen Mittels eben sowohl wie der metallischen Glieder erfordert. Weniger beachtet, wenn auch nicht minder bekannt, ist es, dafs diese Continuität der Flüssigkeit zur Schliefsung der Kette überhaupt noch in höherem Grade erforderlich ist, als die Continuität des Metalls. Die einfache Kette wird, wie selbst Voltaisten einräumen, momentan schon bei grofser Annäherung ihrer beiden Polarmetalle, bevor noch der wirkliche Contact derselben eintritt, geschlossen; sey es durch die Luft oder gewifs doch durch sehr dünne flüssige Zwischenmedien. Dagegen ist es niemals weder beobachtet, noch wird es jemals geschehen, dafs wenn wirklich der Contact zwischen den beiden heterogenen Metallen stattfindet, die Flüssigkeit zwischen denselben in der Mitte aber gesondert ist, bei einer noch so grofsen Annäherung der Flächen dieser getrennten Portionen der Flüssigkeit eine Schliefsung der Kette zwischen ihnen durch die Luft, oder ein im Innern völlig trocknes nicht metallisches Medium hindurch zu Stande komme. Nach der Volta'schen Theorie, welche den Contact der Metalle und die damit erregte Elektricität zur Hauptbedingung der Thätigkeit der Kette macht, sollte man gerade das Gegentheil erwarten; ja dafs eine Schliefsung der einfachen Kette auch ohne den Contact der Metalle, wenn

auch nur durch sehr dünne nichtmetallische Zwischenmedien, möglich ist, ist etwas mit dieser Theorie Unvereinbares, ihr gänzlich Widersprechendes.

2. Die Schliefsung der einfachen Kette durch gröfsere Strecken eines flüssigen oder nichtmetallischen Bogens findet niemals statt, und überall, wo man das Gegentheil zu sehen glauben könnte, liegt eine Täuschung zum Grunde. Ja nach kürzlich von mir gemachte Beobachtungen, über die zu einer andern Zeit noch umständlicher zu sprechen seyn möchte, scheint selbst die unter Funken erfolgende Schliefsung der einfachen Kette durch eine sehr dünne Luftschicht hindurch, nur unter einer Heterogeneïtät, die schon auf der einen oder andern Seite der Kette am Metalle stattfindet (wenn z. B. die Kupfer- und Zinkplatten mit kleinen angelötheten Platindrähten versehen sind, zwischen deren genäherten Spitzen die Schliefsung erfolgt), möglich zu seyn. Die Kette ist dann aber nicht eigentlich mehr eine einfache, sondern mindestens aus zwei Elementen, mit heterogenen, bereits in stetem Contact begriffenen Metallgliedern, zusammengesetzt. Ich würde daher, was diese specielle Modification anbetrifft, meine von dieser Seite her motivirten Einwürfe gegen die Volta'sche Theorie um so bereitwilliger zurücknehmen, da neuerdings wieder, nach den viel zu weit gehenden Ansichten des Herrn de la Rive, dem Volta'schen Metalleffect seine eigentliche Bedeutsamkeit als ein wirksames Moment zur Thätigkeit der galvanischen Kette bestritten wird. Bekanntlich wird in meiner Theorie diese Bedeutsamkeit nichts weniger als geläugnet, indem ich den galvanischen Procefs als das Resultat des Conflicts zwischen dem Volta'schen Effect der Metalle unter sich und zwischen dem chemischen der Flüssigkeit gegen die Metalle betrachte. Sofern die Volta'sche Theorie die ganze Wirksamkeit der Kette, ohne eigentliche Berücksichtigung des chemischen Moments, lediglich von der Contactelektricität der Metalle abhängen läfst, ist sie ent-

schieden zu verwerfen. Wenn nun aber andrerseits, nach Hrn. de La Rive, wieder die chemische Action der Flüssigkeit gegen die Metalle allein zur Triebfeder des galvanischen Processes gemacht und der Volta'sche Effect daneben nur als ein accidentelles Moment betrachtet wird, so ist das wieder das andere Extrem, auf welchem die Ansicht abermals von der wahren Mitte des Gehalts der Erscheinungen abgewandt und in einen bloſsen Formalismus hineingezogen wird, der leider unter einer andern Gestalt in der Volta'schen Hypothese schon so lange den klaren Blick der Erkenntniſs in einem so höchst wichtigen Punkte der Naturwissenschaft umfangen gehalten hat.

Die Beweise des Hrn. de La Rive gegen die Selbstständigkeit des Volta'schen Effects zeigen bloſs, daſs derselbe unter Bedingungen, welche sich der vollständigen Realisirung der geschlossenen galvanischen Kette nähern, erhöht werde. Bei der Ueberzeugung, die sich indeſs mehr und mehr den Physikern nothwendig aufdringen muſs, daſs die Volta'schen und elektrochemischen Vorstellungen einseitig und unhaltbar sind, und bei der an der Stelle reeller theoretischer Bestimmungen noch so sehr sich geltend machenden Neigung zum bloſsen Schematisiren, wäre es nicht unmöglich, daſs den Darstellungen des Hrn. de La Rive eine gewisse Anerkennung und Verbreitung zu Theil werden dürfte, die jedoch nur die alte Erfahrung bestätigen würde, daſs der menschliche Geist der Natur seinen Tribut zollen und immer erst eine Zeit lang von einem Extrem zum andern schwanken muſs, bevor er die sichere und wahrhafte Mitte des Erkennens mit Selbstständigkeit und ruhig besonnener Klarheit zu finden und fest zu halten vermag.

3. Auch wenn der Zwischenraum zwischen getrennten Flächen der Flüssigkeit in der einfachen galvanischen Kette durch ein Metall ausgefällt wird, ist die Verminderung der Wirksamkeit der Kette beträchtlich, und die Action kann hiebei sogar unter geeigneten Bedingungen

ganz auf Null herabsinken. Besonders bemerkenswerth ist es, dafs diese Schwächung der Thätigkeit der Kette bei einer partiellen Trennung des flüssigen Gliedes derselben, wenn sie durch ein Metallblech bewirkt wird, eben so grofs oder noch gröfser ist, als wenn dazu ein Nichtleiter, wie z. B. eine Glastafel, angewandt wird. Ich habe einen kleinen mit verdünnter Salpetersäure gefüllten gläsernen Trog vor mir, dessen breite Seitenwände Quadrate von beinahe 2",5 bilden, und 1" von einander entfernt sind, in welchem auf der einen Seite eine Zinkplatte und ihr gegenüber auf der andern Seite ein Kupferblech sich befindet. Beide durch einen Multiplicator verbunden, bewirken eine Ablenkung der Magnetnadel von 40°. Ich senke nun in der Mitte zwischen beiden Seitenwänden eine kleine Glastafel, die ein Quadrat von nur 1",5 Seite ist, in die Flüssigkeit, und die Nadel geht bis zu 36° Ablenkung zurück. Nachdem die Glastafel aus dem Troge herausgezogen worden, stellt sich die vorige Ablenkung von 40° sogleich wieder her. An der Stelle der Glastafel wird darauf ein eben so grofses Kupferblech in den Trog getaucht, und die Ablenkung der Nadel wird nun noch geringer als vorher, sie beträgt jetzt nur 32°.

4. Wie die elektromotorische Hypothese, den Vorstellungen Volta's gemäfs, an diesem Erfolge auf eine consequente Weise durchzuführen sey, möchte schwer zu begreifen seyn. Auch wenn man mit Hrn. de La Rive sagt, dafs die strömende Elektricität beim Austritt aus einem Metall in Flüssigkeit einen Widerstand und gehemmte Bewegung erleidet, so ist das nichts als eine Umschreibung des Phänomens selbst, und zwar in der undankbaren, nichts erklärenden Weise, in welcher auf eine alte Hypothese abermals eine neue gepflanzt wird. Nach meiner Ueberzeugung ist die Art und Weise, wie die Thätigkeit der Kette in dem einen Falle, bei Eintauchung der Metallplatte in die Flüssigkeit, vermindert

wird, eine ganz andere als diejenige, welche bei Anwendung der Glastafel stattfindet. Die partielle Aufhebung der Action durch die letztere geschieht hier in Folge der absoluten Passivität des Glases, vermöge deren alle Wirkung gänzlich aufhört, wenn die Sonderung der Flüssigkeit durch eine hinlänglich grofse Glastafel diesseits und jenseits vollständig bewirkt wird. Was hingegen bei der Eintauchung des Metalls geschieht, wird deutlicher charakterisirt, wenn man zuvörderst statt eines Blechs zwei Metallbleche von gleicher Gröfse und Beschaffenheit, in einiger Entfernung von einander, in der Mitte zwischen dem Erregerpaar in die Flüssigkeit senkt, und diese Zwischenbleche unter sich durch einen Metalldraht in leitende Verbindung setzt.

Vermöge der Ablenkung, welche dieser Draht, oder der Multiplicator an seiner Statt, an der Magnetnadel hervorbringt, sieht man, dafs die Zwischenbleche Theil an der Thätigkeit der ganzen Kette nehmen, sie bilden eine Kette in der Kette, und schon wegen dieser Vertheilung mufs der Effect an den ursprünglichen Erregern geringer als vorher seyn. Das einzelne Blech aber, welches vorher allein in die Flüssigkeit getaucht wurde, verhält sich mit seinen beiden Seiten gerade so, wie diese zwei eben betrachteten verschiedenen durch den metallischen Draht verbundene Bleche. Es stellt nur einen speciellen Fall dar aus der allgemeinen Kategorie von zwei in die Kette eingeführten Zwischenblechen, und das Besondere dieses Falls liegt allein darin, dafs die beiden Bleche, statt sonst durch einen Draht oder dergleichen verbunden zu seyn, hier zur unmittelbaren Berührung in allen Punkten der Innenflächen zusammen gerückt sind.

5. Dafs das einzelne Blech nur unter diesem Dualismus des Verhaltens in der geschlossenen Kette gegenwärtig ist und an der Wirkung Theil nimmt, erhellt augenscheinlich, wenn man es nach einiger Zeit aus der geschlossenen Kette herausnimmt und für sich untersucht.

Man nimmt alsdann, auch nachdem es von der adhärirenden Flüssigkeit befreit und vollkommen getrocknet ist, bei gehöriger Prüfung eine deutliche Polarität seiner beiden Seiten wahr, und findet das ganze Blech in einem Zustande, der in der Sprache herkömmlicher Vorstellungsweise dadurch bezeichnet wird, dafs es heifst: das Blech sey *geladen*. Ich habe an mehr als einem Orte umständlich gezeigt, wie diese Ladung auf mannigfache Weise zu bewirken, zu versichtbaren, und, was die Hauptsache ist, aus welchem Gesichtspunkte sie eigentlich zu betrachten sey. Sie ist nicht ein dem Bleche direct mitgetheilter Zustand, am wenigsten die Wirkung einer darin angehäuften, stecken gebliebenen Elektricität, sondern ein Verhalten, mit welchem das Metall die in der Kette erzeugte chemisch-polare Differenz seiner beiden Seiten wieder auszugleichen bestrebt ist, und daher auch, so lange diese Reaction dauert, mit der entgegengesetzten von derjenigen Polarität auftritt, die an ihm, während seiner Theilnahme an der Action der geschlossenen Kette, nachweislich die herrschende ist. Und eben dieses reagirende Verhalten ist es, welches, wenn gleich den ursprünglichen Thätigkeitsrichtungen der geschlossenen Kette nachgebend, ihre Wirkung dennoch in sehr beträchtlichem Grade schwächt, oder dieselbe, unter geeigneten Umständen auch wohl gänzlich zu hemmen vermag.

6. Es sind lange, nachdem ich meine Untersuchungen über diese, zunächst durch Ritter's unvergefsliches Verdienst hervorgehobene, Classe von Erscheinungen in mehreren Abhandlungen und in meinem gröfseren Werke über Galvanismus niedergelegt habe, auch Mittheilungen von Marianini über denselben Gegenstand bei uns bekannt geworden, welche sich durch eine mehrseitigere und eindringlichere Würdigung dieser charakteristischen Phänomene, als es sonst der Fall gewesen, auszeichnen. Ohne hier indefs einen undankbaren Prioritätsstreit führen zu wollen, bemerke ich blofs, dafs Marianini die

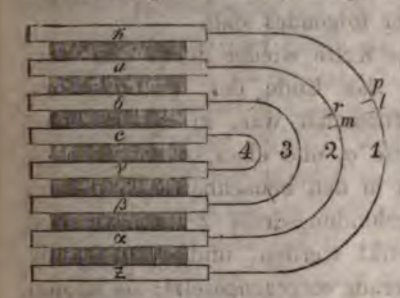
Erscheinungen auf kein eigentliches Prinzip zurückgeführt, noch ein bestimmtes System derselben aufgestellt hat, was ich beides, ohne mich zu rühmen, geleistet zu haben behaupten darf, indem ich nicht nur mehr und mannigfaltiger abgeänderte Versuche über die betreffenden Erscheinungen angestellt, sondern sie zugleich in solcher Verbindung und Herleitung aufgeführt habe, daſs es nicht schwer hält, noch mehrere bisher unbekannte Modificationen derselben Effecte aufzufinden und das Ergebniſs der Versuche im Voraus zu bestimmen. Selbst eine groſse Zahl bisher bekannter aber noch nicht auf das eigentliche Prinzip der Ladungsphänomene bezogener Thatsachen, namentlich die Haupterscheinungen an der elektrischen Verstärkungsflasche, dem Elektrophor und Condensator, werden allein in dieser Beziehung zu einer gediegneren und in allen Punkten befriedigenderen Theorie, als bisher, zurückgeführt werden. Die Theorie der Erscheinungen im Gebiete der gemeinen Elektricität muſs vielmehr aus der Theorie der inhaltreicheren und selbstständigeren galvanischen Erscheinungen, von denen jene nur eine untergeordnete Seite bilden, abgeleitet werden und Verständniſs gewinnen, als daſs die umgekehrte Richtung gelten sollte, die bisher nur, wie ein falscher Schluſs vom Einzelnen aufs Ganze, ohne befriedigenden Erfolg, versucht und fest gehalten worden ist. Ich halte mich zu diesen Bemerkungen berechtigt oder vielmehr verpflichtet, da die Beobachtungen und theoretischen Ansichten Marianini's über die betreffende Materie in deutschen Zeitschriften als neue Mittheilungen aufgeführt sind, ohne daſs dabei der umfassenderen Untersuchungen, die von mir über denselben Gegenstand angestellt worden, nur Erwähnung geschehen wäre. Ist das nicht etwa nur zufällig geschehen, und liegt dabei der Umstand zum Grunde, daſs ich mich nicht begnügt habe, die Facta an sich, sondern zugleich als Momente einer tiefer begründeten Wirksamkeit in ihrem innern Zusammenhange an-

zugeben, so will ich lieber die Schuld einer schwer zugänglichen Darstellung auf mich nehmen, als meinen Landsleuten den, aufserdem sehr nahe liegenden Vorwurf zu Theil werden lassen, dafs sie, statt Gedanken und Thatsachen in ihrem Einklange aufzufassen, lieber die letzteren ganz und gar verschmähen, um nur nicht mit jenen zu sehr sich befassen zu dürfen.

7. Ich komme auf den Versuch mit den Zwischenblechen (§. 4.) in einer einfachen galvanischen Kette wieder zurück. Wenn man mehrere Paare solcher Nebenplatten von Kupfer zwischen den beiden Hauptterregern in einem Troge einschaltet, und sie paarweise durch Leitungsdrähte verbindet, so giebt jedes Paar, während die Haupterreger verbunden sind, eine Kette für sich, und die Polarität dieser Nebenketten ist, wie die Wirkung ihrer Verbindungsdrähte auf die Magnetnadel zeigt, in allen gleichartig und gleich gerichtet. Sie ist nämlich bei allen der Polarität der eigentlichen Hauptkette entgegengesetzt, so dafs wenn z. B. der Verbindungsdraht zwischen der Kupfer- und Zinkplatte östliche Ablenkung bewirkt, der Verbindungsdraht jeder Nebenkette aus zwei Kupferplatten, unter sonst gleicher Lage und Bedingung, westliche Ablenkung hervorbringt. Diefs ist eine nothwendige Folge davon, dafs die Flüssigkeit in diesem Versuche alle Zwischenplatten, nur unter partieller Sonderung, im Ganzen als ein Continuum umgiebt, und dafs jedes einzelne Plattenpaar in dieser gemeinsamen Erregungssphäre den Haupterregern auf gleiche Weise, wie jedes andere, gegenübersteht, und die Thätigkeit der Hauptkette auf gleiche Weise mit allen übrigen theilt. Ganz anders verhält es sich aber, wenn die Flüssigkeit nicht mehr als ein Continuum sich um die Ränder der Platten herumzieht, sondern wenn im Gegentheil die Platten mit ihren Rändern von allen Seiten über die Flüssigkeit hinausragen, und die letztere durch jene folglich in völlig von einander abgesonderte Schichten getheilt ist.

Alsdann findet ein merkwürdiger und völlig constatirter Effect statt, der für die Theorie von so entschiedener Wichtigkeit ist, dafs ich aus Gründen, von denen am Schlusse noch besonders die Rede seyn wird, hier nochmals die Gelegenheit ergreife, in den folgenden Paragraphen ausschliefslich davon zu handeln. Ich will zuerst das Factische an sich hervorheben, und sodann die wesentlichsten theoretischen Gründe, nach welchen der Effect eben so und nicht anders seyn mufs, kürzlich hinzufügen.

8. Die durch die beigefügte Zeichnung versinnlichte Vorrichtung zur Darstellung des Versuchs ist sehr einfach. Eine Anzahl Kupferplatten: *k*, *a*, *b*, *c*, *γ*, *β*, *α*, und eine Zinkplatte *z*, etwa 6 Zoll in's Gevierte grofs, sind in der bezeichneten Ordnung mit feuchten Zwischenpappen aufgeschichtet und paarweise durch die Metalldrähte 1 bis 4 verbunden. Um diese Verbindung mit Leichtigkeit aufheben und wieder herstellen zu können, ist jede Platte an geeigneter Stelle ihres Vorder- oder Seitenrandes mit einem angelötheten Kupfernäpfchen versehen, das mit Quecksilber gefüllt ist, und das eintauchende amalgamirte Ende des Kupferdrahtes aufnimmt und festhält. Die Pappscheiben, etwas kleiner als die Metallplatten, sind etwa mit 30fach verdünnter Schwefelsäure durchnetzt, und so stark und gleichmäfsig als möglich ausgeprefst, damit die hervorstehenden Metallränder völlig trocken, und anomale Effecte vermieden bleiben mögen.



1) Wenn man nun zuvörderst die Enden eines elektromagnetischen Multiplicators mit den beiden Haupterregerplatten *k* und *z* verbindet, und den Schliefsungs-

draht 1 dafür fortnimmt, so wird die vom Multiplicator umgebene Magnetnadel eine Ablenkung erleiden. Es kommt hier nicht darauf an, ob diese Ablenkung östlich oder westlich sey; um indeſs einen festen Vergleichungspunkt zu haben, wollen wir annehmen, die Boussole stehe im Süden der Kette, und das Ende des Multiplicators, welches mit dem k verbunden ist, gehe von da an über die Nadel, also von N. nach S., dann unter ihr, mithin von S. nach N., und so fort, bis nach wiederholten Umschlingungen das andere Extrem endlich unter der Nadel von S. nach N. zum z kommt: so wird die Ablenkung der Nadel eine östliche seyn. Dieses vorausgesetzt, so findet nun weiter folgendes statt.

2) Man schlieſse die Kette wieder durch den Verbindungsdraht 1, tauche das Ende des Multiplicators, welches vorher mit k verbunden war, in den zunächst befindlichen Napf der Platte a, und eben so das so lange mit z verbundene Extrem in den benachbarten Napf von α, nehme hierauf den Verbindungsdraht 2 fort, so wird die Nadel wieder abgelenkt werden, und zwar ist die Ablenkung der vorigen gerade entgegengesetzt; sie ist nun westlich, während sie vorhin östlich war.

3) Man verbinde die Näpfe von a und α wieder durch den Draht 2, nehme ferner das Multiplicatorende von a fort und bringe es in den Napf bei b, und eben so das von α in den Napf bei β, entferne endlich den Draht 3, so findet wieder eine Ablenkung der Nadel statt, die der unmittelbar vorhergehenden abermals entgegengesetzt ist, so daſs, wenn sie das erste Mal östlich, das zweite Mal westlich war, sie jetzt wieder eine östliche ist.

4) Man bringe zuletzt wieder den Verbindungsdraht 3 an seinen Ort, tauche das vorhin mit b verbundene Extrem des Multiplicators in den Napf bei c, und das andere mit β verbundene in den Napf von γ, und hebe den Draht 4 aus den eben genannten Näpfchen heraus,

so hat man eine, wenn auch nur noch schwache, dennoch gesetzlich bestimmte Ablenkung der Nadel, die der vorhergehenden abermals entgegengesetzt und westlich ist, indem die vorige unter 3 östlich war.

Nachdem die Erfolge unter 3 und 4 constatirt sind, so ist es keinem Zweifel unterworfen, dafs derselbe Wechsel der Ablenkung in der nämlichen Ordnung auch durch unbestimmt viele Einschaltungen fortgehen und sich eben so zeigen werde, sobald die Wirkung der Hauptkette nur kräftig genug ist, um die sämmtlichen Zwischensätze zu durchdringen. Für die Theorie ist es daher eine wesentliche Aufgabe, die Art und Weise, wie die aufgezeigten Erscheinungen mit der Thätigkeit der Hauptkette zusammenhängen und durch sie bestimmt sind, zu untersuchen, und auf ein sicheres Princip zurückzuführen.

9. Es bedarf keiner Auseinandersetzung, dafs ein elektromotorisches Prinzip weder nach der Volta'schen und elektrochemischen noch nach der de La Rive'schen Ansicht die angegebenen Erfolge unter 3 und 4 mit den vorhergehenden auch nur in eine äufserliche Verknüpfung zu bringen vermöge. Es giebt nur ein Verständnifs dieser Erscheinungen von dem Standpunkte aus, nach welchem das unmittelbare Thätigkeitsprinzip der galvanischen Kette im Chemismus selbst liegt, von dem die Elektricität und der Magnetismus nur modificirte Aeufserungen bilden. Im Chemismus sind aber Oxydation und Desoxydation nicht zufällig neben einander gehende, sondern von Innen heraus polarisch bedingte Seiten der ganzen Thätigkeitssphäre; sie rufen sich gegenseitig hervor und treten einander überall eben so gegenüber, wie allemal der positiven Elektricität die negative, dem Nordmagnetismus der Südmagnetismus gegenübersteht, oder vielmehr dieses Gegenübertreten der beiden Elektricitäten und Magnetismen ist, weil Elektricität und Magnetismus nichts als Modificationen des Chemismus sind, nur ein specieller Fall des eben genannten allgemeinen chemischen Polaritätsgesetzes sel-

ber. Unsere dermalige Chemie, so weit sie dieses naturgemäſse Verhalten der Materie entweder nur indirect oder gar nicht anerkennt und anschaut, sieht den Wald nicht vor den Bäumen. — Der Chemismus der galvanischen Kette als solcher ist nun insbesondere dadurch charakterisirt, daſs jener polare Gegensatz der Oxydation und Desoxydation innerhalb des geschlossenen Kreises der Kette nach durchaus gleichmäſsig fixirten Richtungen, in der Form der Circularpolarität, hervortritt. Dieſs ist eine Folge der speciellen Beschaffenheit und Anordnung der Glieder der Kette, worüber eine ausführlichere Theorie des Galvanismus die bestimmte Construction zu geben hat. In jedem Punkte der Kette ist gleichzeitig, nur nach entgegengesetzten Richtungen, Oxydations- und Desoxydationstrieb hervorgerufen, in allen Punkten der Kette sind diese entgegengesetzten Richtungen, in Bezug auf den Kreis, dieselben, und überall, wo die Bedingungen zum wirklichen Chemismus in der Kette vorhanden sind, kommt derselbe, dem angeregten Triebe und jenen Richtungen gemäſs, zu Stande. Da hingegen, wo diese Bedingungen fehlen, erscheint als modificirte Function des Dranges der nicht realisirten, gehemmten chemischen Thätigkeit der Magnetismus unter Polarisationsrichtungen, deren entschiedene Abhängigkeit von der Polarisationsrichtung der sich manifestirenden chemischen Thätigkeit der Kette in den bekannten Regeln empirisch constatirt ist, so daſs von einer derselben jeder Zeit auch auf die Beschaffenheit der anderen mit Sicherheit geschlossen werden kann. Ueber den inneren Zusammenhang zwischen beiden und die gemäſsen Erscheinungsformen können wieder nur theoretische Betrachtungen entscheiden, die theils hier nicht her gehören, theils zu weitläuftig seyn würden.

Betrachten wir aus den angegebenen einfachen Gesichtspunkten, die zur Darstellung des Versuchs angewandte Kette. Ihre Hauptglieder sind k und z, und es leuchtet ein, daſs ihre Wirksamkeit zunächst nur auf den

Kreis

Kreis beschränkt ist, der außer k und z noch durch die Platten a und α, die zwischen denselben befindliche Flüssigkeit und die Verbindungsdrähte 1 und 2 gebildet wird, also auf den Kreis $k1z\alpha2a$. In diesem Kreise ist nun die Richtung, nach welcher hin die Oxydationstendenz herrschend ist, durch die Richtung, nach welcher hin die Zinkplatte der Flüssigkeit zugekehrt ist, gegeben. Die Oxydationstendenz findet nämlich statt in der Richtung: $\alpha z1ka2\alpha z$..... Die Desoxydationstendenz dagegen in der entgegengesetzten Richtung: $ak1z\alpha2ak$..... Alle der ersten Richtung entgegengekehrte Metallflächen, wie insbesondere die Zinkplatte z und die Kupferplatte a, werden oxydirt; alle der zweiten Richtung entgegenstehende Flächen, wie insbesondere die Kupferplatte k und die Kupferplatte α, werden desoxydirt, oder nach jenen hin tritt das Oxygen, nach diesen das Hydrogen hervor u. s. w. Würde der Schließungsdraht 1 irgendwo unterbrochen, z. B. das Stück lp aus ihm herausgenommen und die Lücke mit Flüssigkeit gefüllt, so würde, den angegebenen Richtungen gemäß, die Stelle p oxydirt, l desoxydirt; dagegen würde eine gleiche Unterbrechung des Drahtes 2 bei mr umgekehrt in r eine Desoxydation, in m eine Oxydation zur Folge haben. Die Oxydationsrichtung in den beiden Drähten 1 und 2, welche in Absicht auf den ganzen geschlossenen Kreis eine und dieselbe ist, ist mithin, nicht in Bezug auf diesen Kreis betrachtet, sondern einzeln gegen einander gehalten, in beiden entgegengesetzt; eben so die Desoxydationsrichtung. Es wird folglich auch die Ablenkung der Nadel durch den einen Draht 2 oder an seiner Statt durch den Draht des Multiplicators unter sonst gleichen Umständen die entgegengesetzte von derjenigen seyn, welche durch den andern Draht 1 oder dessen Stellvertreter bewirkt wird, und indem die Nadel durch letzteren nach Osten hin abgelenkt wird, wird sie durch jenen nach Westen hin abgelenkt werden.

Die beiden Kupferplatten a und α stehen also, indem in jener die Tendenz zur Oxydation, in dieser die Tendenz zur Desoxydation angeregt ist, eben so wie die beiden Platten in §. 3., oder wie die beiden Seiten eines und desselben Kupferblechs in §. 3. und 4., in einem chemischen Gegensatze, der zwar vornehmlich nur in Bezug auf den eben betrachteten galvanischen Kreis obwaltet, der sich aber auch, wenn gleich beträchtlich schwächer, noch in einer andern Kette geltend macht, in welcher dieselben beiden Bleche zugleich als Glieder vorhanden sind. Diese andere Kette ist nun die durch den Kreis $a2\alpha\beta3b$ gebildete. Aus der Hauptkette bringen die Bleche a und α ihre Polarität in diese zweite Nebenkette mit hinein, und es ist nun dasselbe, als wenn eine einfache Kette dadurch zu Stande gebracht wird, dafs ein Paar verbundene differente Metalle, von denen a das Zink, α das Kupfer repräsentirt, durch eine zweite metallische Leitung (welche durch die Platten b und β und den Draht 3 hergestellt wird) mit der Flüssigkeit eben so, wie in der ursprünglichen Combination in Wechselwirkung treten. In dieser Kette geht die Oxydationstendenz, vermöge der Beschaffenheit und Lage der Glieder a und α, in der Richtung $ba2\alpha\beta3b\ldots.$, und die Desoxydationstendenz in der entgegengesetzten Richtung $\beta\alpha2ab3\beta\ldots.$; aufser a wird auch β oxydirt, und nächst α ist zugleich in b die Desoxydationstendenz hervorgerufen. So ist nun also klar, dafs die Richtungen der gleichnamigen Thätigkeiten in Absicht auf die einzelnen Drähte 2 und 3 wieder entgegengesetzt seyn müssen, und dafs folglich, wenn die Ablenkung durch den Draht 2 westlich war, sie wieder durch den Draht 3 eine östliche seyn müsse.

Wem nun die Entstehung dieser zweiten Kette aus der ersten Hauptkette und die damit bedingten Ablenkungen der Nadel deutlich sind, für den bedarf es hin-

sichtlich der folgenden Kette und ihrer Wirkung auf die Magnetnadel keiner weiteren Auseinandersetzung. Eben so wie die Bleche a und α ihre Polarität aus der Hauptkette auch zum Theil auf die zweite übertragen, während sie in jener nur erregte Glieder sind, in der letztern als ursprünglich erregende auftreten; ganz auf dieselbe Weise werden die Erregten b und β aus der zweiten Kette wieder zu Erregern für die dritte Kette, welche in dem Kreise $b 3 \beta \gamma 4 c$ abgeschlossen ist, und so würde es durch eine unbestimmte Zahl solcher Einschaltungen fortgehen, wenn nicht die Erregungsintensität, da sie in jeder folgenden Kette gleichsam nur noch ein schwacher Seitenreflex von der vorhergehenden ist, bald so gering würde, dafs sie sich der Wahrnehmung entzöge, oder selbst durch zufällige Differenzen in der Beschaffenheit der Oberfläche der angewandten Kupferbleche und damit verbundene abnormale Erfolge verdrängt würde.

In den hier angegebenen durch die Figur bezeichneten Gränzen, also innerhalb der beiden ersten Nebenketten, oder im Ganzen durch einen vierfachen Wechsel der Ablenkung ist indefs der Erfolg durchaus constant. In der Regel habe ich ihn selbst durch vier Nebenketten, d. h. durch sechs Ablenkungen, hindurch auf das Bestimmteste ausgesprochen gesehn, und nur einmal bei der sechsten Ablenkung die erste Ausnahme von der Regel gefunden. Ich setze hier noch das Ergebnifs des zuletzt von mir unter Anwendung einer sehr empfindlichen Doppelnadel angestellten Versuchs her. Bei der grofsen Beweglichkeit der Nadel durfte ich dieselbe der unmittelbaren Einwirkung der ersten und zweiten Kette nicht aussetzen, sondern die Verbindungsdrähte 1 und 2 blieben in den Schliefsungsnäpfen, während zugleich die Enden des Multiplicators in diese eingetaucht wurden, und die Ablenkung war das Resultat der durch den Ver-

bindungsdraht und den Multiplicator zugleich vertheilten Wirkung. Bei den vier letzten Ablenkungen wurden aber die Verbindungsdrähte entfernt, und der Mulplicator nebst der Nadel also der vollen Wirkung der jedesmaligen Kette überlassen.

Erste Ablenkung	25°	östlich
Zweite Ablenkung	17	westlich
Dritte Ablenkung	88	östlich
Vierte Ablenkung	78	westlich
Fünfte Ablenkung	72	östlich
Sechste Ablenkung	65	westlich.

Bei so grofsen Ablenkungen, die nicht etwa nur die Elongation beim ersten Ausschlage, sondern bei völliger Ruhe der Nadel, bezeichnen, kann man sich natürlich in der Art der Richtung, auf welche es hier beinahe nur allein ankommt, nicht irren.

Theils wegen der Wichtigkeit, die der Versuch in den Augen eines gründlichen Theoretikers haben mufs, theils wegen des Widerspruchs, den Hr. Professor C. H. Pfaff gegen die Constatirung des Versuchs erhoben hat, habe ich mich bewogen gesehen, denselben hier nochmals in aller Bestimmtheit wieder zur Sprache zu bringen. Ein so grofser Kenner und nur zu partheiischer Verfechter des Voltaismus, wie Hr. Pfaff, hat gewifs auf den ersten Blick die Bedeutsamkeit des Versuchs und seinen Einflufs auf ältere theoretische Ansichten erkannt; wenn er aber die Realität desselben nicht zugestehen will, so kann das nur in irgend einer Unvollkommenheit der Bedingungen liegen, unter welchen er den Versuch, sey es auch oft, wiederholt hat. Ich wüfste aber nichts was, aufser dem Mangel einer gleichmäfsigen, reinlichen Beschaffenheit der Oberfläche der Kupferplatten und solider Anordnung der ganzen experimentalen Combination, besonders in Absicht auf leichte und sichere Bewerkstelligung des Oeffnens und Schliefsens der verschiedenen Ketten, das Gelingen des Versuchs mehr gefährden könnte,

als zu grofse Nässe der Zwischenpappen; theils weil dadurch die Ränder der Kupferplatten leicht benetzt werden können, womit sofort, wie in §. 6. bemerkt worden, eine der Absicht des Experiments ganz fremdartige Kategorie gebildet wird; theils weil sich auch auf der Oberfläche des Metalls unter einer frei darüber schwimmenden Flüssigkeitsschicht sehr bald Oxyd- und Schmutzlagen bilden, welche die normalen Erregungen hemmen und gänzlich stören. Ueberhaupt ist es eine sehr wesentliche, nur zu oft unbeachtet gebliebene Regel, wo normale Erregungen zwischen einer Flüssigkeit und einem Metall hervortreten, als solche beobachtet werden und wirksam seyn sollen, dafs dabei der chemische Prozefs zwischen beiden selbst und seine Producte so viel als möglich beseitigt gehalten werden müssen, weil die Erregung eben damit geschwächt oder durch die oft ganz entgegengesetzten der neuen Producte völlig verdrängt wird. Von einem in eine Flüssigkeit getauchten Metall wird das Elektrometer oft gar nicht, oft ganz anomal afficirt, während dasselbe Metall im Contact mit derselben Flüssigkeit in einer damit wohl durchnetzten, aber sehr stark ausgeprefsten, von aller schwimmenden Flüssigkeit befreiten Pappscheibe sehr starke und normale Erregungen am Elektrometer zu erkennen giebt. Hierin liegt es zugleich, dafs eine Säule mit wohl ausgeprefsten Pappscheiben ungleich kräftiger und anhaltender wirkt, als ein Trogapparat.

Wenn man in dem obigen Versuche, neben der Erfüllung der übrigen wesentlichen Bedingungen, sich es zugleich besonders angelegen seyn läfst, die Pappscheiben möglichst stark auszupressen (sie können selbst, nachdem dieses geschehen, zwischen Fliefspapier von aller ihnen noch adhärirenden Flüssigkeit befreit werden), so wird man finden, dafs der Erfolg, wie ich ihn angegeben, zu den völlig constanten und entschiedenen Thatsachen der Physik gerechnet werden müsse.

X. *Zusatz zu meiner Notiz über die Auflösung des Tellurs in Schwefelsäure;*
vom Prof. N. W. Fischer in Breslau.

(Aus einem Schreiben an den Herausgeber.)

— Ihre erste Anmerkung, dafs Magnus selbst diese Auflösung nicht mechanisch genannt habe, ist dem Worte nach vollkommen richtig, dessenungeachtet glaube ich nach der Ansicht, die wir einmal von mechanischer und chemischer Auflösung haben, zu dieser Benennung der Auflösung, nach M's. Ansicht, im Gegensatze der meinigen, selbst dann berechtigt zu seyn, wenn ich dem Vergleich, den M. zwischen der Auflösung dieser Stoffe in Schwefelsäure und der des Schwefels in fetten Oelen aufstellt, als wohlbegründet finden möchte, was aber keinesweges der Fall ist.

Von der Richtigkeit Ihrer zweiten Anmerkung bin ich längst überzeugt, indem ich in meinem Tagebuch (am 20. Febr. d. J.) zu jenem a. a. O. mitgetheilten Versuch ausdrücklich bemerkt habe, dafs der Inhalt des mit einem gut eingeriebenen Glasstöpsel versehenen Cylinders (von 14,6 Gr. wasserfreier Schwefelsäure und 2,4 Gr. Tellur) am vierten Tage 3 Gr. an Gewicht zugenommen habe, »was von der Anziehung der Feuchtigkeit herrührt.« Ich habe jedoch dieses Umstandes in meinem Aufsatze aus dem Grunde nicht erwähnt, weil er mir von keinem Einflufs auf den streitigen Gegenstand schien, indem ja das Tellur auch in gewöhnlicher wasserhaltiger Säure sich auflöst. Nichts desto weniger bin ich Ihnen sehr dankbar für Ihre Bemerkung, indem sie mich veranlafst hat, das Verhalten der wasserfreien Schwefelsäure zu diesen drei einfachen Stoffen zu untersuchen, — das *Experimentum Crucis* dieses Gegenstandes — woraus folgende Ergebnisse hervorgingen.

Der Versuch wurde auf folgende Art angestellt: Aus der mit stark rauchendem Vitriolöl gefüllten Retorte wurde durch gelindes Erwärmen eine hinreichende Menge wasserfreier Säure in eine unten verschlossene Röhre übergetrieben, welche durch Gips an die Retorte gekittet war. Nach vollkommenem Erkalten des Apparats wurde die Röhre abgenommen, Tellur, Schwefel und Selen hineingeworfen, und das obere Ende derselben in der Flamme des Weingeistäolipils (Gehlen's Journ. 1804. Bd. 2. S. 630.) ausgezogen und zugeschmolzen. Der Erfolg war:

Beim *Tellur*: nur an den Stellen, an welchen das Metall beim hineinwerfen die trockne Säure unmittelbar berührte, stellte sich die rothe Farbe dar, ohne nach mehreren Tagen zuzunehmen oder der übrigen Säure sich mitzutheilen, welche auch ihren Aggregatzustand nicht änderte. Die Röhre wurde nunmehr bis zum vollkommenen Schmelzen, und da keine Wirkung erfolgte, bis zum Sieden der Säure erwärmt, ohne dafs die geringste Veränderung stattfand. (Beiläufig verdient erwähnt zu werden, dafs ich den Siedepunkt der wasserfreien Säure — welcher natürlich nur unter den angegebenen Umständen wahrgenommen werden kann — zwischen 52 bis 56° C., so wie den Schmelzpunkt bei 22 bis 24° gefunden habe.)

Das Ergebnifs dieses Versuchs ist demnach, dafs das Tellur von der wasserfreien Schwefelsäure, selbst bis zum Kochen erhitzt, nicht im Geringsten aufgelöst wird. Die Spuren rother Färbung, die sich unmittelbar beim Berühren des Metalls mit der Säure zeigten, rühren offenbar von der Feuchtigkeit her, die entweder die Säure beim Auseinandernehmen des Apparats während des Zuschmelzens der Röhre aus der Luft angezogen hatte, oder die das Tellur hygroscopisch enthielt.

Ganz anders ist der Erfolg dieses Versuchs bei Anwendung des *Schwefels*. Dieser durchläuft schnell die bekannten Farben bis zum Blau, wobei zugleich beide

Körper flüssig werden, und zwar der Schwefel mit schwacher Luftentwicklung. In der gebildeten blauen Flüssigkeit ist die Säure mit einer bestimmten Menge Schwefel verbunden, wird daher mehr angewandt, als zu dieser Verbindung nöthig ist — wie dieses in meinen Versuchen der Fall war — so bleibt der übrige unaufgelöst zurück. Mit dieser Bildung der blauen Flüssigkeit ist jedoch die wechselseitige Einwirkung dieser Körper keinesweges beendigt, sondern setzt sich in folgender Art fort. Nach einiger Zeit wird die blaue Farbe der Auflösung immer schwächer, und ist nach 24 bis 48 Stunden ganz vernichtet, so daſs die Flüssigkeit ganz farbenlos oder nur schwach grünlich-gelb erscheint, wobei sich ein Theil Schwefel mit grauweiſser Farbe abgesondert hat. Diese entfärbte Flüssigkeit ist sehr dünnflüssig, wie Weingeist, erstarrt nicht bei —12° (daſs die in dem ersten Versuche mit Tellur bis zum Kochen erhitzte wasserfreie Säure schon bei +20° erstarrte, versteht sich von selbst), siedet aber schon in der warmen Hand; kurz ist schweflige Säure, welche bei dem starken Druck in der Röhre flüssig geworden ist, die jedoch noch mehr oder weniger wasserfreie Schwefelsäure enthält. Beim Oeffnen der Röhre — was sehr vorsichtig geschehen muſs — stürzt sie daher mit Detonation und in den meisten Fällen mit Zerschmettern der Röhre in Luftgestalt heraus, wobei die Gegenwart der wasserfreien Schwefelsäure theils durch die starken Dämpfe, dann auch dadurch leicht wahrzunehmen ist, daſs der ausgeschiedene Schwefel in der Röhre nach einiger Zeit sich wieder blau färbt *).

*) Dieses ist der Verlauf, wenn die Schwefelsäure, wie es gewöhnlich und selbst unter den angegebenen Umständen nicht selten der Fall ist, mehr oder weniger Spuren von Wasser enthält; als ich oben in einem mit groſser Sorgfalt angestellten Versuch durch das schnelle Zuschmelzen der Röhre etc. jede Spur von Feuchtigkeit möglichst zu vermeiden suchte, so fiel der Erfolg in sofern etwas verschieden aus, als die blaue Flüssigkeit sich nur an einzelnen Stellen bildete und unmittelbar wieder

Wir sehen demnach hierin die Beobachtung von Schweigger vollkommen bestätigt, nach welcher die in der Vorlage gebildete blaue Flüssigkeit nach längerer Zeit sich zersetzt und den aufgelösten Schwefel wieder absetzt, zugleich aber, dafs der Grund dieser Erscheinung nicht der ist, wie man bis jetzt angenommen hat, wodurch auch Magnus zu seiner Ansicht von der Natur der Auflösung dieser drei Stoffe in Schwefelsäure verleitet worden ist — dafs die unveränderte wasserfreie Säure, wie sie in der blauen Flüssigkeit mit dem Schwefel verbunden ist, wieder den Schwefel verläfst und zurück in die Retorte zu der flüssigen Säure tritt, sondern dafs dieses von der sowohl durch Desoxydation der Schwefelsäure als durch Oxydation des Schwefels gebildeten schwefligen Säure geschieht, daher niemals aller Schwefel abgeschieden wird.

Selen zeigt wesentlich dasselbe Verhalten wie Tellur, nur dafs sich beim unmittelbaren Berühren an mehreren Stellen die grüne Auflösung bildet, als beim Tellur die rothe, und dieses ist bei Mitwirkung der Wärme noch mehr der Fall. Dennoch bleibt bei überschüssiger Säure das Selen gröfstentheils unaufgelöst, auch erstarrt die Säure beim Erkalten wieder asbestartig wie beim Tellur. Das Selen erfordert demnach ebenfalls, wie das Tellur, die Gegenwart einer bestimmten Menge Wasser, um sich in der Schwefelsäure mit grüner Farbe aufzulösen,

zersetzte, und in eine farbenlose dünnflüssige (schweflige Schwefelsäure) überging. Bei dieser Gelegenheit verdient erwähnt zu werden, dafs das Jod, welches eine ähnliche Wirkung wie diese drei Stoffe auf die Schwefelsäure ausübt, wie bereits Bussy wahrgenommen hat, wie der Schwefel sich auch in vollkommen wasserfreier aber nicht in flüssiger Säure auflöst, und dafs die Auflösung ebenfalls wie beim Schwefel verschieden gefärbt ist, braun, grün oder blau. Doch scheint dieser Farbenwechsel hier von andern Umständen als beim Schwefel abzuhängen, indem die braune die eigentliche dauernde, die andern Farben hingegen vorübergehend und überhaupt nicht immer erscheinen.

und die geringe Verbindung, die es beim Berühren, wie angegeben, zeigt, rührt ebenfalls von der angezogenen Feuchtigkeit, dann wohl auch von den Spuren Schwefel her, die das von mir gebrauchte Selen enthält.

So verschieden wie zur wasserfreien verhalten sich diese Stoffe auch zur wasserhaltigen flüssigen Schwefelsäure, in welcher, wie bekannt, das Tellur allein bei gewöhnlicher und, wie ich wahrgenommen habe, auch bei jeder niedrigen Temperatur, das Selen hingegen, nach Magnus, erst bei 40°, der Schwefel aber (zur blauen Flüssigkeit) gar nicht aufgelöst wird.

Entsprechend diesem Verhalten zur wasserfreien und flüssigen ist das zum rauchenden Vitriolöl, als eine Verbindung beider, in welchem das Tellur schnell und reichlich, das Selen ebenfalls leicht und in bedeutender Menge, der Schwefel hingegen sehr langsam und in geringer Menge sich auflöst. (Zu meinen frühern Angaben über das Verhältnifs der Auflöslichkeit des Tellurs in wasserfreier Säure, welche jedoch durch den Stöpsel des Cylinders Feuchtigkeit aus der Luft anzog, in runden Zahlen =1:10, und in flüssiger =1:2000, füge ich noch hinzu, dafs ich es im Vitriolöl =1:40 gefunden habe; eine Bestimmung, die freilich nur für für das von mir gebrauchte Vitriolöl gilt, folglich sehr relativ ist.)

Das wichtigste Ergebnifs dieser Untersuchung ist das Verhalten dieser Stoffe zu der wasserfreien Säure, und der Grund warum der Schwefel allein sich in derselben aufzulösen, sie zu zersetzen vermag, während die andern beiden Stoffe dazu die Gegenwart einer bestimmten (geringen) Menge Wasser erfordern, beruhet natürlich nur auf den verschiedenen Grad der Verwandtschaft dieser Stoffe zum Sauerstoff in der Schwefelsäure, und die Erklärung ist demnach folgende:

Da der Schwefel oxydirbarer als die andern Stoffe ist, da ferner seine Verwandtschaft zum Sauerstoff — die Innigkeit der Verbindung — in der schwefligen Säure

grösser als in der Schwefelsäure ist, und da endlich die wasserfreie Säure eine starke Anziehung zur schwefligen Säure hat, indem sie mit derselben eine ähnliche Doppelsäure zu bilden scheint, wie z. B. die Salpeter- mit der salpetrigen Säure, so ist es leicht einzusehen, warum der Schwefel, und nur er allein, die wasserfreie Säure zu zersetzen im Stande ist, eben so, warum der Zusatz von Wasser diese Wirkung so sehr schwächt, dafs sie schon bei der concentrirten flüssigen Säure nicht mehr erfolgt. Eben so gehet hieraus von selbst hervor, dafs so wie Tellur und Selen die wasserfreie Säure überhaupt nicht zu zersetzen vermögen, so werden sie auch niemals die Zersetzung, wenn sie bei Wassergehalt stattfindet — in dem Grade wie der Schwefel bewirken. Der Grund aber, warum sie bei der Gegenwart einer geringen Menge Wasser *) sie zersetzen und sich mit der bestimmten Farbe darin auflösen, ist entweder der, dafs dadurch die Innigkeit der Verbindung in der Säure geschwächt wird, oder dafs die Oxydation dieser Stoffe zunächst auf Kosten des Wassers und die Zersetzung der Säure dann vermittelst des freigewordenen Wasserstoffs, *statu nascente*, geschieht, oder auch, dafs beides der Fall ist. Daher nimmt auch hier bei dem Zusatz einer gröfsern Menge Wasser die Einwirkung nicht in dem Grade wie beim Schwefel ab, und findet selbst noch in der Flüssigkeit statt. Auch ist mit der gefärbten Auflösung die Einwirkung dieser Stoffe auf die Schwefelsäure beendigt, so dafs das niedrige Oxyd derselben in dieser Auflösung der desoxydirten Schwefelsäure nicht ferner Sauerstoff zu entziehen vermag, und

*) Aus mehreren Umständen glaube ich schliefsen zu dürfen, dafs, um die gröfste Menge des Tellurs aufzulösen, das Verhältnifs des Wassers zur Säure ungefähr das seyn mufs, wie es in derjenigen Schwefelsäure ist, welche in vollkommen durchsichtigen Tafeln krystallisirt, und nach einigen vor mehreren Jahren angestellten Versuchen ein specif. Gew. von 1,98, und den Schmelzpunkt erst bei 40° hat. Wahrscheinlich ist dieses auch das günstigste Verhältnifs für die Auflöslichkeit des Selens.

die Auflösung bleibt daher, in verschlossenen Gefäfsen noch so lange aufbewahrt, unverändert. Endlich ist es nach diesem leicht begreiflich, dafs wenn diese Stoffe nur in geringer Menge in der Schwefelsäure sich auflösen, wie dieses in der flüssigen Säure der Fall ist, der Geruch nach schwefliger Säure kaum wahrgenommen werden wird, der hingegen immer sehr stark ist, sobald sich eine bedeutende Menge aufgelöst hat, wie dieses schon die Auflösung im Vitriolöl zeigt, gleichviel übrigens, ob man diese schweflige Säure aus der unmittelbaren Einwirkung (Desoxydation) auf die Schwefelsäure entstanden, oder aus der gebildeten Unterschwefelsäure beim Oeffnen des Gefäfses sich entwickelnd, annehmen will.

XI. *Nachträgliche Bemerkungen über Metallreduction auf nassem Wege;*

vom Prof. N. W. Fischer in Breslau.

(S. dies. Annalen, Bd. IX. S. 255.)

1. Reduction des Goldes.

Zu den angegebenen Metallen, welche das Gold reduciren, gehört noch das Platin, die Reduction ist jedoch nur schwach und findet in der ganz neutralen Goldauflösung statt, bei der geringsten Menge freier Säure hört sie auf, und eben so in der Auflösung des Doppelsalzes (Dopppelchlorids), daher auch wenn der Goldauflösung ein salzsaures Salz, wie Kochsalz oder Salmiak, zugesetzt wird. In dem Glauben, dafs diese geringe Reduction von den Spuren fremder, das Gold leicht reducirender Metalle, wie Eisen, Kupfer etc., die das Platin enthalten mag, herrühre, kochte ich die dünnen Platinstreifen mit Salzsäure, Salpetersäure und auch mit Königswasser aus, ohne dafs sie ihre reducirende Wirkung verloren,

was jedoch der Fall war, als ich sie endlich mehrere Stunden lang der kochenden concentrirten Schwefelsäure — Behufs der Rectification derselben — aussetzte. Es gehet demnach hieraus hervor, dafs das vollkommen reine Platin das Gold nicht reducirt, und dafs, wenn es von dem gewöhnlichen geschieht, diefs nicht von dem etwanigen Gehalt der bekannten, das Gold leicht wieder herstellenden Metallen herrühren könne — weil dann der Grund nicht einzusehen ist, warum diese Spuren durch Einwirkung der Salpeter- und Salzsäure und des Königswassers nicht weggeschafft werden können — sondern dafs dieses wahrscheinlich von den stets das Platin begleitenden und in diesen Säuren unauflöslichen Metallen von Rhodium oder Iridium bewirkt wird; Metalle, deren Verhalten zur Goldauflösung freilich noch ganz unbekannt ist. Wäre diese Annahme begründet, so würde ferner daraus folgen, dafs das eine oder das andere dieser beiden Metalle in kochender Schwefelsäure auflöslich sey, wie dieses nach meinen vor längerer Zeit mitgetheilten Beobachtungen auch mit dem Platin in geringem Grade der Fall ist.

2. Ueber die (vermeintliche) Reduction des Urans. (S. a. a. O. Bd. IX. S. 264.)

Bei den Versuchen, welche ich vor kurzer Zeit über die Wiederherstellung der Metalle durch sehr starke galvanische Säulen anstellte, sah ich nicht die geringste Reduction des Urans erfolgen; da nun durch die galvanische Säule nicht nur alle durch andere Metalle reducirbaren, sondern auch mehrere Metallsalze, die durch Metalle nicht reducirbar sind, wieder hergestellt werden, so mufste ich natürlich an der Richtigkeit der a. a. O. angegebenen Reduction des Urans durch Zink etc. zweifeln, und die Versuche hierüber wiederholen, aus denen folgendes hervorging.

Salpetersaures Uranoxyd wird durch Zink einzig und allein in der Art zersetzt, dafs das Uranoxyd sich abscheidet, welches (wahrscheinlich in Verbindung mit dem gebildeten Zinkoxyd) das Zink überzieht und es dadurch an der fernern Einwirkung hindert, man mufs daher immer eine neue Zinkfläche in die Flüssigkeit bringen, und da die vollkommen neutrale Auflösung nur äufserst langsam zersetzt wird, von Zeit zu Zeit etwas Säure zusetzen; aber selbst dann dauert es sehr lange, ehe alles Uranoxyd ausgeschieden wird.

Salzsaures Uranoxyd zeigt in vollkommen neutralem Zustande ein gleiches Verhalten, wie das neutrale salpetersaure, d. h. es wird nur sehr langsam und in geringer Menge Oxyd abgeschieden. Hingegen bei freier Säure erfolgt zunächst eine Desoxydation, durch welche das Oxyd in Oxydul verwandelt und die gelbe Auflösung grün gefärbt wird; dann aber — vorausgesetzt, dafs die Auflösung nicht zu sehr verdünnt und die freie Salzsäure nicht zu unbedeutend ist — coagulirt die ganze Flüssigkeit zu einer schleimigen Masse, die, nach dem Verhältnifs der freien Säure, grün oder grau ist, eine innige Verbindung von Zinkoxyd mit Uranoxydul (in der grau gefärbten vielleicht mit Suboxyd des Urans). Beide Verbindungen sind in kalter Salzsäure nur wenig auflöslich, bei gelinder Wärme löst sich die grüne leicht und vollständig auf, von der grauen hingegen bleibt ein bräunlich-graues Pulver ungelöst zurück, welches sich in kochender Salzsäure ebenfalls mit grüner Farbe auflöst. Ammoniak zieht aus beiden das Zinkoxyd aus, und läfst bei der einen das grüne, bei der andern das graue Oxydul als Rückstand zurück. Dieses graue Oxydul war es, welches ich a. a. O. als regulinisches Metall angesehen habe. Warum übrigens die salzsaure Auflösung allein diese Desoxydation durch das Zink zeigt, nicht aber das salpetersaure und schwefelsaure Uranoxyd, davon ist der Grund die desoxydirende Wirkung, welche die Salz-

äure überhaupt auf alle Metalloxyde ausübt, die noch in niedrigeres Oxyd bilden, eine Wirkung, die in diesem Fall durch den beim Auflösen des Zinks freiwerdenden Wasserstoff bedeutend erhöhet werden muſs.

3. Verhalten der Metalle, welche Säuren (und keine Basen) bilden, sowohl in Hinsicht ihrer reducirenden Wirkung auf andere Metallsalze, als ihrer Reducirbarkeit durch andere Metalle.

Auſser Arsenik sind alle diese Metalle, wie Titan, Chrom, Wolfram, Molybdän und Tantal, nicht reducirbar, gleichviel in welchem Zustand der Oxydation und der Auflösung sie der Einwirkung des am meisten reducirenden Metalls, des Zinks, ausgesetzt werden. (Daſs hingegen auch hier unter Mitwirkung der Salzsäure eine Desoxydation stattfindet, wonach die metallische Säure in Oxyd oder Oxydul übergehet, ist von den meisten bereits bekannt.)

So wie nun diese Metalle durch kein anderes aus ihrem oxydirten Zustande wieder hergestellt werden können, so bewirken sie auch umgekehrt die Reduction keines Metallsalzes, selbst nicht des Goldes, wie ich mich bei den ersten 4 durch Versuche überzeugte *), beim Tantal hingegen — welches ich mir bis jetzt noch nicht

*) Diese Versuche setzen auſser Reinheit von fremden Metallen auch vollkommen metallischen Zustand voraus, indem Spuren von Oxydul leicht Reduction bewirken können; wie es in der That mit dem von Pelletier erhaltenen Chrom und Molybdän der Fall ist, da hingegen ein vollkommen metallisches Korn Chrom, welches ich der Güte des Hrn. Med. Rath Bergemann in Berlin zu danken habe — wahrscheinlich von Richter dargestellt — nicht die geringste Reduction des Goldes bewirkt; und eben so verhalten sich die vollkommen metallischen sehr kleinen Blättchen von Molybdän, welche man nach Berzelius Vorschrift aus dem Oxyd dieses Metalls beim Löthrohr erhält.

habe verschaffen können — nach Analogie annehmen zu dürfen glaube.

Demnach würde sich hieraus das, der gewöhnlichen einseitigen Ansicht über die Metallreduction, als Folge des elektrischen Gegensatzes, oder der (bloſsen) Verwandtschaft zum Sauerstoff, sehr widersprechende Gesetz ergeben: daſs die (durch andere Metalle) *nicht reducirbaren* Metalle auch *nicht reducirend* (für andere Metallsalze) sind. Ein Gesetz, welches jedoch im Verhalten des Urans eine bedeutende Ausnahme erleidet, indem es, wie ich an einem andern Orte zeigen werde, mehrere Metallsalze reducirt, wenigstens geschieht dieses von dem vollkommen metallischen Uran — wahrscheinlich von Richter dargestellt — welches ich ebenfalls der Güte des Hrn. Med. R. Bergemann zu danken habe. Dagegen scheint das Verhalten des folgenden Metalls als Bestätigung zu dienen.

4. Ueber die Reducirbarkeit und die reducirenden Wirkungen des Mangans.

Daſs das Mangan durch kein anderes Metall aus seiner Auflösung wieder hergestellt wird, muſs Jedem eben so leicht begreiflich, als das Verhalten zu andern Metallsalzen auffallend seyn, *die es nicht zu reduciren vermag*, Gold- und Silberauflösung ausgenommen, die langsam und schwach reducirt werden. Nichts desto weniger wird dieses so leicht in der Luft, im Wasser etc. sich oxydirende Metall angegriffen, und, so vollkommen neutral auch die Metallauflösung ist, mehr oder weniger darin aufgelöst, wobei entweder gar keine Ausscheidung oder nur die eines basischen Salzes erfolgt, welches letztere z. B. bei Einwirkung auf salpetersaures Quecksilber und Kupfer der Fall ist. So wenig vorherzusehen dieses Verhalten, so überraschend ist auch das zu essigsaurem Blei, aus welchem nach einiger Zeit ein braunes Pulver sich ab-

absetzt — welches eine Verbindung der beiden Superoxyde dieser Metalle, des Mangans und des Blei's, ist — während in der Flüssigkeit beide Metalle als Oxyde (das Mangan als Oxydul), wie es bei den übrigen Metallsalzen der Fall ist, aufgelöst sind. Auf salpetersaures Blei hingegen übt das Mangan keine andere Wirkung als auf die übrigen Metallsalze aus. Da übrigens das von mir gebrauchte Mangan, von Pelletier dargestellt, Kiesel enthält, so ist es noch sehr zweifelhaft, ob die schwache Reduction des Goldes und Silbers vom Mangan und nicht vielmehr vom Kiesel herrührt.

XII. *Merkwürdiges Verhalten des Eisens in Berührung mit Zink und einer Lösung von Kali; vom Prof. F. F. Runge in Breslau.*

Uebergiefst man eine blanke Zinkplatte mit Aetzkalilauge (aus 1 Kali und 4 Wasser bereitet), und legt auf dieselbe verschiedene Metalle, z. B. Platin, Gold, Silber, Kupfer, Blei, Zinn und Eisen, ohne dafs sie einander berühren, so wird man finden, dafs von allen diesen Metallen nur zwei, nämlich Platin und Eisen, Gas entwickeln, und zwar letzteres *so stark*, *dafs es die Gasentwicklung durch das Platin wenigstens um das Dreifache übertrifft.*

Dieses gewifs sehr merkwürdige Verhalten des Eisens veranlafste mich zur Anstellung folgenden Versuchs.

Es wurden drei Zinkplatten von gleicher Gröfse und gleicher Schwere (eine jede hatte einen Zoll im Durchmesser und wog 93 Gran) genommen, und auf folgende Weise mit Kalilauge in Berührung gesetzt. Die eine Zinkplatte wurde mit einer eben so grofsen Platinplatte, die andere mit einer eben so grofsen Eisenplatte fest zusammengebunden, indefs die dritte ohne alle Berührung

mit einem fremden Metall blieb. So vorgerichtet wurden nun die beiden Plattenpaare nebst der einzelnen Zinkplatte in Kalilauge, von der oben angegebenen Stärke, so aufgehängt, dafs sie völlig darin eintauchten, aber sich unter einander nicht berührten.

Am Eisen-Zinkpaare stellte sich sogleich nach dem Eintauchen eine sehr heftige Gasentwicklung ein; am Platin-Zinkpaare gleichfalls, nur war sie bedeutend schwächer. Am bloſsen Zink war sie dagegen sehr schwach und kaum bemerkbar.

Nach Verlauf von 20 Stunden (während welcher Zeit die Gasentwicklung am Eisen-Zinkpaare fast immer mit derselben Intensität vor sich ging, indeſs sie am Platin-Zinkpaare schon nach 6 Stunden bedeutend schwächer geworden) wurden die Platten aus der Lauge (welche völlig klar geblieben war) herausgenommen, wohl abgewaschen, getrocknet und gewogen. Es ergaben sich folgende Gewichtsverluste:

1) Verlust der einzelnen Zinkplatte . 0,5 Gran
2) Verlust der Zinkplatte die mit Platin in Berührung gewesen . . . . . 5,6 -
3) Verlust der Zinkplatte die mit Eisen in Berührung gewesen . . . . . 73,8 -

Das Eisen hatte so wenig wie das Platin eine Gewichtsveränderung erlitten.

Man sieht aus diesem Versuch, dafs die Stärke der Gasentwicklung durch das Eisen mit der Menge Zink, welche aufgelöst wird, im Verhältniſs steht, und es ist sehr merkwürdig, dafs sich unter diesen Umständen das Eisen viel negativer zum Zink verhält, als das Platin.

Da das Wasserstoffgas, welches sich hiebei am Eisen entwickelt, völlig geruchlos und schon seiner Entstehungsweise nach mit Kalilauge gewaschen ist, so halte ich es für sehr rein, und empfehle daher seine Darstellung auf diesem Wege, Behufs genauer pneumatischer Versuche.

Taucht man Eisen-Zink statt in reines Kali in eine Auflösung von kohlensauren Kali, so erfolgt gleichfalls Gasentwicklung am Eisen, aber bedeutend schwächer, und zwar unter Bildung von kohlensaurem Zinkoxyd, welches sich in Flocken niederschlägt. Mit Ammoniakflüssigkeit ist die Wirkung noch schwächer. Umwickelt man einen Eisendraht mit etwas Cadmium und taucht ihn in Kalilauge, so entwickelt sich kein Gas, eben so wenig geschieht diefs, wenn man ihn, mit Kupfer umwickelt, in Ammoniakflüssigkeit eintaucht.

XIII. *Ueber die unregelmäfsigen Bewegungen im täglichen Gange der horizontalen Magnetnadel; von A. T. Kupffer.*

(Vorgelesen in der mineralogischen Gesellschaft zu St. Petersburg, den $\frac{5}{17}$ May 1829.)

Es hat sich von dem Standpunkte, zu dem sich die Physik der Erde in neueren Zeiten emporgeschwungen hat, so viel Licht über die Geognosie verbreitet, dafs von jetzt an diese beiden Wissenschaften als eng mit einander verbunden angesehn werden müssen. Es wird deshalb, hoffe ich, der mineralogischen Gesellschaft nicht unwillkommen seyn, wenn ich sie von einer Erscheinung unterhalte, die eigentlich nicht in den Kreis der Untersuchungen, die sie sich aufgegeben hat, gehört, die aber in sofern die Aufmerksamkeit des Geognosten verdient, als sie uns ein Mittel an die Hand giebt, Bewegungen im Innern der Erde zu erkennen, die der unmittelbaren Beobachtung gröfstentheils entschlüpfen.

Die Beobachtungen über die Zunahme der Temperatur in der Tiefe, angestellt auf den entferntesten Punkten, in Mexico, in Sachsen, in Frankreich und England, und neulich im Norden des Urals, verbunden mit den

Erscheinungen, die uns die thätigen und erloschenen Vulcane darbieten, lassen keinen Zweifel mehr übrig, dafs die Erde in ihrem Innern die Massen, aus denen sie zusammengesetzt ist, in geschmolzenem Zustande berge. Dafs diese Massen in ihren Bewegungen denselben Gesetzen folgen müssen, wie jede andere erhitzte Flüssigkeit, ist von selbst klar; ein fortwährender Austausch der mehr und weniger erhitzten Massen, ein Durcheinanderströmen der verschiedenen Elemente, aus denen sie zusammengesetzt sind, Durchbruch des Flüssigen durch eine erkaltete obere Schicht; diefs sind die Erscheinungen, die wir gewissermafsen im Geiste sehen, ohne sie mit dem Auge erreichen zu können. Unter den vielen Wirkungen dieser innern Bewegungen, die sich bis an die Oberfläche der Erde erstrecken, hebe ich hier eine heraus, nämlich die unregelmäfsigen Bewegungen der Magnetnadel. Hr. v. Humboldt hat längst die Entdeckung gemacht, dafs Erdbeben *), vulcanische Ausbrüche, Erscheinungen die von innerer Unruhe unseres Planeten zeugen, einen bedeutenden Einflufs auf dieses empfindliche Instrument ausüben; die magnetische Neigung und Abweichung wird momentan, ja zuweilen bleibend verändert. Seither hat man gesehen, dafs die Magnetnadel auch von andern cosmischen Erscheinungen afficirt wird, z. B. von den Nordlichtern; ja man bemerkt zuweilen ein unregelmäfsiges Schwanken der Magnetnadel, zu denen man weder correspondirende Nordlichte noch vulcamide Ausbrüche oder Erdbeben findet. Da ich während meines Aufenthalts in Kasan Gelegenheit gehabt habe, Beobachtungen über diese unregelmäfsige Bewegungen im täglichen Gange der horizontalen Magnetnadel anzustellen, so theile ich hier einige derselben mit, die ich noch nicht bekannt gemacht habe, nämlich aus den Jahren 1826 und 1827.

*) Was sich neuerlich bei dem Erdbeben in den Rheingegenden bestätigt hat; man sehe diese Ann. Bd. 88. S. 331. *P.*

So lange die Sonne noch über dem Horizonte steht, regelt sie den Gang der Magnetnadel. In Kasan, wie in der ganzen nördlich vom *magnetischen* Aequator liegenden Hemisphäre, bewegt sich der Nordpol der Nadel von acht Uhr Morgens bis zwei Uhr Nachmittags nach Westen, sie kommt bis zum Abende fast wieder bis in die Lage zurück, die sie des Morgens hatte, bleibt dann in den meisten Fällen stehen, und bewegt sich erst den andern Morgen noch ein wenig nach Osten, um ganz ihre frühere Stellung wieder einzunehmen. Zuweilen aber geschieht es, dafs Abends, nach Untergang der Sonne, die Nadel plötzlich unregelmäfsige Bewegungen macht, die häufig an Weite die regelmäfsigen Oscillationen übertreffen, und gröfstentheils nach Osten gerichtet sind. Diese unregelmäfsigen Bewegungen nun sind es, welche in Paris und in Kasan oft zu derselben Stunde beobachtet worden sind, und deren Epoche gewöhnlich mit der Erscheinung eines Nordlichtes im hohen Norden coincidirt; wie man aus folgenden Beobachtungen sogleich sehen wird.

Den 29. *März* 1826 um $9\frac{1}{2}$ Uhr Abends stand der Nordpol der Nadel 8 Minuten östlich von seiner gewöhnlichen Lage. Dieselbe Erscheinung ist in derselben Zeit in Paris beobachtet worden. An demselben Tage beobachtete Dalton in Manchester ein Nordlicht, zwischen 8 und 10 Uhr. (Siehe *Annales de chimie, Decembre* 1827.)

Diese Beobachtung ist in der Liste, die ich in den *Annales de chimie* gegeben habe, übergangen worden; die übrigen vom Jahre 1826 bis zum December finden sich daselbst aufgezeichnet.

Den 25. *December* 1826. Sehr deutliche Bewegungen nach Osten; Dauer einer Oscillation im Anfang der Beobachtung 31″,231, am Ende derselben, als die Nadel nach Westen zurückging, 31″,209; die mittlere Dauer einer Oscillation ist im December, bei der Temperatur

bei welcher beobachtet wurde 31″,242; die Dauer einer Oscillation nahm also während der unregelmäſsigen Bewegung bedeutend zu, welches eben sowohl von einer Abnahme der Neigung, als Zunahme der Intensität herrühren kann.

Ich habe keine Nachricht aus Paris, daſs die Nadel um dieselbe Zeit auch da unregelmäſsige Bewegungen gezeigt habe; eben so wenig habe ich etwas von einem um diese Zeit beobachteten Nordlicht gehört.

Den 4. *Januar* 1827. Abends 7 Uhr, Bewegung nach Osten; Dauer einer Oscillation 31″,275; mittlere Dauer einer Oscillation in diesem Monate und bei derselben Temperatur 31″,239; hier nahm also die Dauer der Oscillation zu. In Paris wurde dasselbe Phänomen beobachtet, aber zu Mittage, d. h. nach Abzug des Längenunterschiedes, 4 Stunden früher.

Den 9. *Januar* um 6 Uhr Abends, die Nadel ging erst etwa 3′ nach Westen; die Dauer einer Oscillation war in dieser Lage 31,2450; bald darauf, um 6¾ Uhr, wich die Nadel stark nach Osten ab, um 20′ etwa; jetzt war die Dauer einer Oscillation erst bloſs 31,040; später aber 31,295. Man erinnere sich, daſs die mittlere Dauer einer Oscillation in diesem Monat und bei derselben Temperatur 31″,239 beträgt. Wenn man diese Aenderung in der Dauer einer Oscillation auf Rechnung einer Aenderung in der Neigung setzt, so wurde die Neigung anfangs, als die Nadel nach Westen ging, ein wenig gröſser, dann, als die Nadel nach Osten abwich, erst um vieles (um 15′) geringer, dann wiederum etwas gröſser, als die mittlere Neigung an diesem Tage und in dieser Stunde.

An demselben Tage machte die horizontale Nadel in Paris sehr unregelmäſsige Bewegungen. Schon um 2 Uhr Nachmittags, d. h. fast genau um dieselbe Zeit als in Kasan, ging die Nadel um 4′½ nach Westen, wie in Kasan; so blieb es bis 7½ Uhr, aber um $11^h 5'$ war die

Nadel schon um $3'\frac{1}{2}$ nach Osten gegangen. Die östliche Bewegung der Nadel trat also in Paris bedeutend später ein, als in Kasan, und war auch bei weitem nicht so grofs. Die Neigungsnadel machte in Paris auch unregelmäfsige Bewegungen. Der Himmel war in Paris bedeckt, auch in Kasan wurde kein Nordlicht beobachtet. Aber in Kendal sah Hr. Marshal denselben Tag ein sehr glänzendes Nordlicht.

Den 18. *Januar* Abends zeigte die Nadel in Paris eine bedeutende Abweichung nach Westen, gegen die gewöhnliche Regel. Um $11\frac{1}{2}$ Uhr machte sie sehr unregelmäfsige Bewegungen hin und her; so dafs sie in 5 Minuten von 14' östlich auf 20' westlich von ihrer gewöhnlichen Lage ging. Der Himmel war heiter, doch wurde kein Nordlicht gesehn. In Gosport aber, sah man, wenn sich die in dem *philosophical Magazine* mitgetheilte Nachricht auf diesen Tag bezieht, und nicht auf den 13. (denn beide Data finden sich in derselben Nummer des Journals, und einer von ihnen mufs ein Druckfehler seyn) ein sehr glänzendes Nordlicht. In meinem Beobachtungsjournal von Kasan finde ich eine geringe Abweichung nach Westen um 7 Uhr Abends angemerkt; späterhin wurde nicht beobachtet. In Paris wurden noch am 25. und 30. Januar Unregelmäfsigkeiten beobachtet; am 30. aber um 6 Uhr Abends war in Kasan weder eine unregelmäfsige Abweichung noch eine Aenderung in der Dauer einer Oscillation zu bemerken.

Den 4. *Februar* Abends; Abweichung von 10' nach Osten; keine Aenderung in der Dauer einer Oscillation. Eine geringe Abweichung nach Westen wurde schon Morgens bemerkt. In Paris wurden an demselben Tage, besonders des Morgens, ebenfalls Bewegungen bemerkt.

Den 19. *Februar* Morgens 9 Uhr und 7 Uhr Abends wurde in Kasan weder eine unregelmäfsige Bewegung, noch eine Veränderung in der Dauer einer Schwingung beobachtet. In Paris wurde zu Mittage eine Unregelmä-

ſsigkeit im Gange der Nadel bemerkt. Noch wurden den 13. und 22. März in Kasan und Paris zugleich unregelmäſsige Oscillationen beobachtet.

Den 22. *März* insbesondere coïncidirt die Beobachtung in Kasan völlig mit der in Paris, so daſs man fast den Längenunterschied daraus berechnen kann. Ich übergehe einige andere Beobachtungen der Art und führe jetzt nur die merkwürdigern an.

Den 27. *August* 1827 Abends wurde in Perth, im Norden von Schottland, ein Nordlicht beobachtet. In Kasan wich die Nadel an demselben Tage, um halb zwei Uhr, um 7′ nach Westen. Dasselbe wurde um 1 Uhr in Paris beobachtet, also, wenn man den Längenunterschied abzieht, 2½ Stunden früher. Abends wich die Nadel in Paris nach Osten.

Den 8. *September* befand sich in Kasan die Nadel vom Morgen an, bis um 2½ Uhr Nachmittags, wo man aufhörte zu beobachten, westlich von ihrer gewöhnlichen Lage. Um 8½ Uhr Abends wurde bei St. Cloud ein Nordlicht beobachtet. An demselben Tage bemerkte man schon zu Mittage in Paris bedeutende Abweichungen im Gange der Magnetnadel. Erst ging sie 13′, dann 19′ nach Westen, und erst gegen Abend wich sie wieder ein wenig nach Osten ab.

Das lebhafte Nordlicht, welches in der Nacht vom 25. auf den 26. September fast in ganz Europa gesehn worden ist, war auch in Kasan sichtbar, und fing sehr hoch an; die Magnetnadel wurde jedoch nicht während der Erscheinung beobachtet; erst den andern Morgen, zu Mittage, bemerkte man eine bedeutende Abweichung nach Osten.

Von dem 6. October, an welchem Arago die unregelmäſsigen Bewegungen der Nadel so ausführlich beobachtet hat, finde ich keine correspondirenden Beobachtungen in Kasan.

Den 19. *November* wurde eine östliche Abweichung

von 8' beobachtet, in Paris um 11 Uhr Abends, in Kasan um 9 Uhr, also 5 Stunden früher.

Den 30. *December* endlich zeigt die Nadel sowohl in Kasan als in Paris eine unregelmäfsige Abweichung.

Diese Beobachtungen reichen schon hin, einige interessante Folgerungen über die Gesetze dieser Erscheinungen zu ziehen. Erstlich sieht man deutlich, dafs diese unregelmäfsigen Bewegungen der Magnetnadel eine sehr grofse Verbreitung haben, da sie in Paris und Kasan fast dieselben sind; dafs sie ferner in einem engen Zusammenhange mit der Erscheinung der Nordlichter stehen. Wenn die unregelmäfsigen Bewegungen der Magnetnadel auf allen Punkten der Erde genau zu derselben Zeit und nur dann geschähen, wenn zugleich irgendwo im Norden ein Nordlicht zu sehen ist, so könnte man mit vollem Recht eine ursächliche Verbindung zwischen diesen Erscheinungen annehmen; da es aber, wie man aus den vorhergehenden Beobachtungen sieht, sich häufig trifft, dafs an einem gewissen Orte die unregelmäfsige Bewegung früher eintritt, als an einem andern, und dafs das correspondirende Nordlicht auch nicht genau in demselben Augenblick beobachtet wird, so mufs man glauben, dafs beide nur eine gemeinschaftliche Ursache haben, und nicht in einem unmittelbaren Zusammenhange stehen; es wäre auch schwer zu erklären, wie ein blofses Meteor, wie das Nordlicht, einen so ausgebreiteten Einflufs auf die entfernteste Magnetnadel ausüben könnte. Diese gemeinschaftliche Ursache kann nur allerdings in diesen inneren Bewegungen des Erdkörpers liegen, von denen gleich im Anfange die Rede war.

Ein merkwürdiger Umstand bei diesen unregelmäfsigen Bewegungen ist noch der, dafs sie gröfstentheils eine östliche Richtung haben, d. h. dieselbe, welche die Nadel in ihrem jährlichen Gange nimmt; es ist bekannt, dafs die Magnetnadel sowohl in Paris als in Kasan sich nach Osten bewegt.

Es wäre möglich, daſs diese Erscheinung mit einer augenblicklichen Verschiebung des ganzen magnetischen Aequators und der Linien ohne Abweichung verbunden wäre; alsdann aber müſste, während die Nadel in Paris und in Kasan eine unregelmäſsige Bewegung nach Osten macht, sie im westlichen Amerika, da wo die östliche Abweichung im Abnehmen ist, nach Westen gehen; es müſsten ferner in Paris, vor 1818, als die westliche Abweichung der Nadel daselbst noch zunahm, die unregelmäſsigen Bewegungen nach Westen vorherrschend gewesen seyn, so wie es jetzt die östlichen sind *).

*) Die so eben von Hrn Prof. Kupffer angeführten Thatsachen liefern sicher einen abermaligen Beweis von dem bis auf groſse Entfernungen sich erstreckenden Einfluſs der Nordlichter auf den Gang der Magnetnadel. Indeſs giebt es dennoch einige Gelehrte, welche diesen störenden Einfluſs läugnen, und namentlich hat Hr. Dr. Brewster in neuerer Zeit gesucht, denselben auf alle Weise zweifelhaft zu machen. Es hat sich dieserhalb zwischen ihm und Hrn. Arago ein Streit erhoben, der beiderseits mit vieler Heftigkeit geführt worden ist, bis jetzt aber zu keinem der Wissenschaft förderlichen Resultate geführt hat. (*Edinb. Journ. of Science, Vol. VIII. p.* 189.; *Ann. de chim. et. de phys. T. XXXIX. p.* 369.) Historisch möge daher hier nur die Bemerkung stehen, daſs Hr. Brewster in den Beobachtungen der HH. Parry, Roſs und Foster, welche zu Port Bowen, in der Nähe des magnetischen Pols, keinen deutlichen Einfluſs der Nordlichter auf die Magnetnadel wahrnehmen konnten (dies. Ann. Bd. 86. S. 570.), den stärksten Beweis für seine Meinung erblickt, daſs aber Hr. Arago die Lage jenes Beobachtungsortes nicht für geeignet zur Entscheidung des streitigen Punktes ansieht, indem daselbst, wegen der fast senkrechten Richtung der magnetischen Kraft und dadurch erfolgenden Schwäche ihres horizontalen Theils, die Magnetnadel überhaupt gar keine Regelmäſsigkeit in ihren täglichen Perioden zeige, und daſs er überdieſs vermuthet, der Einfluſs der Nordlichter könne durch ihre groſse Ausbreitung über den ganzen Horizont von Port Bowen daselbst versteckt worden seyn. Aehnlicher Meinung ist bekanntlich schon früher der Dr. Richardson gewesen; dieser glaubt nicht nur, daſs die Lage, sondern auch, daſs die Beschaffenheit der Nordlichter die Einwirkung derselben auf die Magnetnadel regle und abändere. (Dies. Ann. Bd. 90. S. 615.) *P.*

[I]V. *Vorläufiger Bericht über die Resultate der vom Dr. G. A. Erman auf seiner gegenwärtigen Reise durch Rufsland, in Bezug auf den Erdmagnetismus, angestellten Beobachtungen.*

[A]usgezogen aus mehreren Briefen des Reisenden, welche dem Her[a]usgeber zu diesem Behufe von Hrn. Prof. Erman gütigst mit[g]etheilt wurden.)

[W]ir dürfen es bei den meisten Lesern dieser Anna[le]n wohl als bekannt voraussetzen, dafs Hr. Dr. Erman, [S]ohn des berühmten Physikers hieselbst, sich der im vo[ri]gen Jahre von Petersburg aus nach der Ostküste Sibiriens [un]ternommenen wissenschaftlichen Reise des Hrn. Prof. [H]ansteen angeschlossen hat, und seitdem, mit den vorzüg[li]chsten Instrumenten ausgestattet, die höchst verdienstlichen [B]emühungen desselben zur genauern Ermittlung der magne[ti]schen Verhältnisse Nordasiens auf's Thätigste mit beför[de]rn hilft. Die nachstehenden Beobachtungen sind ein [T]heil der Ergebnisse dieser erfolgreichen Unternehmung [un]d erscheinen hier mit Bewilligung des Hrn. Prof. Han[st]een. Man hat diese Mittheilung jedoch nur als eine [vo]rläufige zu betrachten, da die Beobachtungen, theils [un]corrigirt gegeben sind, theils versehen mit Correctio[ne]n, die in Zukunft noch schärfer ausgemittelt werden [dü]rften. Eben so wurde hier die geographische Lage der [B]eobachtungsorte, welche die Reisenden überall, wo es [nö]thig war, mit den besten Hülfsmitteln bestimmt haben, [w]egen der noch nicht vollendeten Berechnung der Beob[ac]htungen, einstweilen von der Karte des russischen Rei[ch]es abgenommen, die in den Jahren 1821 bis 1828 zu [Pe]tersburg unter der Mitwirkung des Russischen Gene[ra]lstabes vom Obersten Pedischeff in 80 Blatt heraus[ge]geben worden ist.

Die Declinationen der Magnetnadel sind mit einem Instrumente beobachtet, das im Wesentlichen nach der von Hrn. Prof. Bessel in No. 132. der *Astronomischen Nachrichten*, S. 244., angebenen Idee ausgeführt worden ist. Wir hoffen in's Künftige noch eine ausführlichere Beschreibung von diesem Declinatorium zu geben, und bemerken daher vorläufig nur, dafs es aus einem tragbaren Passageninstrumente besteht, in dessen Zapfenlager, nach Herausnahme des Mittagsrohrs, die Boussole eingesetzt wird. Das Azimuth dieses Zapfenlagers oder vielmehr der auf demselben senkrecht stehenden Verticalebene des Mittagsrohrs wird durch eine, am angeführten Orte näher entwickelte, Methode aufgefunden. Um die Abweichung der Magnetnadel zu erhalten, braucht man daher nur diejenigen Theilpunkte des Limbus der Boussole zu kennen, welche in jener Verticalebene liegen. Dazu hat Hr. Pistor, in dessen Werkstätte dieses Declinatorium verfertigt worden ist, die folgende Vorrichtung angebracht. Mitten an einer Axe, die in das Zapfenlager des Passageninstruments eingelegt wird, ist in der Quere ein starkes Lineal befestigt, auf dessen Enden zwei mit Fadenkreuzen versehene verschiebbare Mikroskope stehen. Diese Axe stellt man zuvor mit einer Libelle horizontal, dreht sie dann so weit, bis das Lineal senkrecht steht, und bringt nun die Fadenkreuze in Coïncidenz mit einem hinter den Mikroskopen ausgespannten Verticalfaden; dann ist klar, dafs die Linie, welche die Fadenkreuze verbindet, senkrecht stehen wird auf der Axe des Mittagsrohrs, und dafs man daher nur das Lineal in eine horizontale Lage zu drehen braucht, um mit den Mikroskopen diejenigen Punkte auf dem Limbus der darungestellten Boussole abzulesen, welche in der Verticalebene des Mittagsrohrs liegen. Da das Azimuth dieser Verticalebene durch die astronomische Beobachtung bekannt ist, so ergiebt sich damit auch der schwierigste Theil in der Messung der Declination, die genaue Bestimmung der Lage des Meri-

dians, auf's aller Vollkommenste. An dem, gegenwärtig auf der Reise befindlichen, Instrumente schwebt die Nadel auf einem Stifte in einem Hüthchen, das, zur Berichtigung einer etwaigen Abweichung der magnetischen Axe von der geometrischen, von beiden Seiten eingeschroben werden kann; es indefs sehr leicht, dem Instrument eine Einrichtung zur Aufhängung der Nadel an einen Faden zu geben, um so mehr, da die Theilung auf der Boussole durch den Azimuthalkreis des Passageinstruments entbehrlich gemacht werden kann.

Um den Declinationsbestimmungen den möglichsten Grad von Genauigkeit zu verleihen, haben die Reisenden an mehreren Orten die tägliche Variation beobachtet, und nach ihr die Declination corrigirt. In der folgenden Tafel sind diese Correctionen, nach der in Petersburg, Moscau und Katharinenburg beobachteten Variation, bis zu der Beobachtung in Tobolsk angebracht; weiterhin folgen nur die unmittelbaren Ablesungen. Unter *mittlerer Declination* ist diejenige verstanden, die sich durch das arithmetische Mittel aus 24 Stunden lang stündlich angestellten Beobachtungen ergeben würde.

Die Inclinationsbeobachtungen sind, unter den bekannten Vorsichtsmaafsregeln des Umlegens der Nadel und des Umkehrens ihrer Pole, mit einem von Gambey verfertigten Inclinatorium angestellt.

Zu den Intensitätsbestimmungen diente der bekannte Apparat, der, seit Alexand. v. Humboldt, von allen Reisenden angewandt wird. Die Schwingungszeiten der horizontalen Nadel wurden indefs sowohl auf unendlich kleinen Bögen, als auch auf die Temperatur 0° R. reducirt. Die erste Correction ist mittelst der von Hrn. Clausen in No. 102. der *Astronomischen Nachrichten* gegebenen Tafel vollzogen worden; die zweite einstweilen nach den Datis, welche Hr. Prof. Hansteen für seine Magnetnadel ausgemittelt hat, da, wie Hr. Dr. Erman gefunden, die Correction wegen der Temperatur, innerhalb der ge-

wöhnlichen Gränzen, beinahe dieselbe ist für verschiedene Nadeln. Die Zeitbestimmungen geschahen mittelst eines Kessels'schen Chronometers.

Um die Resultate mit den übrigen Messungen des Prof. Hansteen's in Uebereinstimmung zu bringen, ist die ganze Intensität zu *Petersburg* =1,4105 angenommen. Ich erhalte dadurch für *Berlin*, sagt Hr. Dr. Erman, eine etwas gröfsere Intensität als Prof. Hansteen, welcher sie =1,3500 gefunden hat, während ich dieselbe =1,3776 finde. Uebrigens ist zu bemerken, dafs sämmtliche Intensitäten unter der Voraussetzung einer gänzlichen Unveränderlichkeit der angewandten Nadel berechnet sind. Durch einen in Irkutzk angestellten Vergleich dieser Nadel mit der Hansteen'schen Nadel hat es sich indefs ergeben, dafs erstere einen kleinen Verlust erlitten hatte, nach dessen Berichtigung z. B. die Intensität zu Jakutzk, die in Tafel zu 1,6641 angegeben ist, auf 1,7027 kommen würde. Die Coulomb-Humboldt'sche Nadel, welche der Reisende mit sich führte, gab durch unmittelbaren Vergleich von Berlin mit Jakutzk für letztern Ort die Intensität =1,7227. Es geht daraus hervor, dafs man aus diesen Beobachtungen erst nach der Rückkehr des Reisenden die strengen Werthe der Intensitäten zu erhalten hoffen darf.

Was endlich die täglichen Variationen betrifft, so wurde zu deren Beobachtung eine Gambey'sche Boussole mitgeführt, von ähnlicher Einrichtung wie die, welche gegenwärtig in Paris, Bogota, Freiberg, Berlin, Kasan und Petersburg aufgestellt sind. Wir kommen auf die mit diesem Instrumente erhaltenen Resultate weiterhin zurück, und gehen zunächst zu den Bestimmungen über, durch welche die Lage der magnetischen Linien in Rufsland genauer als bisher festgesteltl worden ist.

Beobachtungsorte.	Breite.	Länge.	Beobachtete Declination.	Mittlere Declination.	Inclination.	Dauer einer Oscill. reduc auf 0° R. u. unendl. kl. B.	Ganze Intensität.
1. Berlin	52° 31′	31° 2′	7. Apr. 11^h 0′ = 17° 25′,12 W. 8. Apr. 0^h 0′ = 17° 38′ 4	17° 30′,80 W	68° 39′,50	3″,0897	1,3776
2. Königsberg	54 43	38 10	30. Apr. 5^h 0′ = 13° 21′, 8	13 17,50			
3. Petersburg	59 56	47 59	20. Mai 12^h 10′ = 6° 48′,05 28. Mai 13^h 51′ = 6° 45′,30 29. Mai 2^h 10′ = 6° 56′,80 31. Mai 13^h 10′ = 6° 43′,60 2. Juni 2^h 21′ = 6° 57′ 30 3. Juni 1^h 55′ = 6° 58′,60 3. Juni 14^h 10′ = 6° 43′ 60	6 47,33	71 12,40	3 ,2455	1,4105
4. Tosna	59 32	48 36				3 ,2579	
5. Pomeranja	59 20	48 56			71 0,40	3 ,2114	1,4260
6. Grofs-Nowgorod	58 32	48 58		6 19,33	70 26,10	3 ,1830	1,4107
7. Saizowa	58 21	49 43				3 ,2224	
8. Waldai	57 55	50 57			70 0,12	3 ,1452	1,4148
9. Wischnei Wolotschok	57 37	52 22			69 51,50	3 ,1332	1,4159
10. Torjok	57 3	52 44				3 ,0887	
11. Twer	56 52	53 36			68 31,40	3 ,0596	1,3965
12. Moskau	55 42	55 18		3 1,66	68 58,75	3 ,0811	1,4055
13. Nowaja	55 46	55 40				3 ,0714	
14. Boggorodsk	55 47	55 58	29. Juli 17^h 30′ = 3° 19′, 5	3 23,90			
15. Platowa	55 46	56 22			68 44,60	3 ,0623	1,4078
16. Dmitrewskoi	55 59	57 43			68 8,67	2 ,9687	1,4588
17. Sudogda	55 55	58 27	1 Aug. 22^h 50 = 0° 21′ W.	0 21, 0 W			
18. Murom	55 33	59 36			67 58, 0	2 ,9880	1,4290

Beobachtungsorte.	Breite.	Länge.	achtete Declinat ion.	Mittlere Declination.	Inclination.	Dauer einer Oscill. reduc auf 0° R. u. unendl. kl. B.	Ganze Intensität.
19. Osjablikowo	55° 54′	60° 47′	3. Aug. 11h 20′ = 0° 26′ ,8 O.	0° 22′, 5 O.			-
20. Aleschkowo	56 6	61 14				3″,0263	
21. Doskino	56 11	61 52	4. Aug. 21h 35′ = 0° 9′,60 W	0 16,42 W.	68° 52′,40	3 ,0478	1,4296
22. Nischnei Nowgorod . .	56 19	62 8	8. Aug. 1h 26′ = 0° 35′,50 O.	0 45,00 O.	68 43,67	3 ,0294	1,4375
23. Poliana	56 2	62 36				3 ,0617	
24. Tschugunii	55 58	63 44	10. Aug. 11h 37′ = 1° 27′,90	1 23,60	68 23,92	3 ,0143	1,4299
25. Emügasch						3 ,0366	
26. Tscheboksar	55 59	65 9				3 ,0386	
27. Angikowa			12. Aug. 11h 0′ = 1° 38′,20	1 35,20	68 35,22	3 ,0121	1,4449
28. Kasan	55 43	67 2	15. Aug. 10h 20′ = 2° 22′,10	2 22,00	68 23,83	3 ,0099	1,4350
29. Mitrschka			20. Aug. 10h 5′ = 2° 39′,90	2 39,90	68 45,37	3 ,0151	1,4528
30. Milet	56 31	68 35			68 42,22	3 ,0011	1,4632
31. Koschil	57 5	69 21			69 17,74	3 ,0239	1,4806
32. Suri	57 32	71 0			70 21,62	3 ,1132	1,4693
33. Dubrowskoie	57 42	72 26	24. Aug. 9h 4′ = 6° 4′,60	6 5,12	69 48,53	3 ,0665	1,4747
34. Perm	58 2	74 6	26. Aug. 14h 6′ = 6° 26′, 0	6 26, 0	70 1,71	3 ,0756	1,4813
35. Krilassowo	57 30	74 20	28. Aug. 20h 40′ = 6° 13′, 4	6 5, 0	70 5,84	3 ,0343	1,5270
36. Bükowskaja	56 52	75 11	29. Aug. 0h 5′ = 7° 6′,70 O.	7 13, 7 O.	69 49,99	3 ,0365	1,5057
37. Kirgischanskaja	56 50	76 54			69 44,93	3 ,0356	1,5006
38. Katharinenburg	56 53	78 21			69 25,34	3 ,0117	1,5217
					69 22,59	2 ,9883	1,5013 *)

*) Vielleicht hat die Nadel eine kleine Aenderung erlitten die zweite Beobachtung ist 4 Wochen nach der ersten gemacht.

Beobachtungsorte.	Breite.	Länge.	Beobachtete Declination.	Mittlere Declination.	Inclination.	auer einer Oscill. reduc auf 0° R. u. unendl. kl. B.	Ganze Intensität.
U r a l r e i s e.							
39. Werchoturie	58° 53'	78 58'	12. Sept. 9h 40'=8° 48', 0 O.	8° 48', 5 O.	71° 0',87	3'',0938	1,5370
40. Bogoslawsk	59 49	78 4			71 23 ,37	3 ,1486	1,5128
41. Kuschwa			9. Sept. 8h 50'=7° 46',93 O.	7 46 ,93 O.	70 50 ,87	3, 1278	1,4912
Reise von Katharinenburg nach Tobolsk.							
42. Bjeleiskaja	56° 45'	79° 40'			69° 31',06	3'',0233	1,4964
43. Kamüschlow	56 47	80 25			—	3 ,0219	
44. Sugazkaja	56 50	81 37	2. Oct. 10h 26'=8° 19',66 O.	8° 18',33 O.	69 35 ,31	3 ,0363	1,4886
45. Tiumen	57 3	83 10	3. Oct. 22h 4'=9° 11',30	9 7 , 6	69 45 ,19	3 ,0440	1,4926
46. Sosonowskaja	57 8	83 50			—	3 ,0391	
47. Jugakowskadja	57 26	84 30	5. Oct. 12h 0'=9° 17',10	9 13 ,10 O.	70 21 ,56	3 ,0482	1,5326
48. Chutarbitka	57 57	85 26			70 22 ,24	3 ,0517	1,5299
49. Tobolsk	58 12	85 45	15. Oct. 6h 41'=9° 36',40 O.		71 0 , 0	3 ,0900	1,5398
Reise von Tobolsk nach Obdorsk.							
50. Uwatskaja Stanzia					71° 12',81	3'',0994	1,5471
51. Tugalowska					72 26 ,20	3 ,1963	1,5524
52. Sawotinski Jurti					72 43 ,93	3 ,2234	1,5519
53. Samarowa	60° 45'	86° 30'			73 6 ,78	3 ,2476	1,5622
54. Kewaschki Jurti					73 27 ,17	3 ,2761	1,5658
55. Kordiski					73 41 ,81	3 ,2977	1,5679

Beobachtungsorte.	Breite.	Länge.	Beobachtete Declination.	Mittlere Declination.	Inclination.	Dauer einer Oscill. reduc auf 0° R. u. unendl. kl. B.	Ganze Intensität.
56. Kunduwarski Jurti . . .					74° 3',06	3",3397	1,5616
57. Beresow	63° 55'	85° 0'					
1) während eines Nordlichts			11° 16',33 O.		75 0,87	3 ,4469	1,5581
2) ohne Nordlicht					74 52,34	3 ,4317	1,5572 *)
58. Katschegeti Jurti . . .					75 15,06	3 ,4884	1,5450
59. Schuruschkari Jurti . . .						3 ,5530	
60. Wandiaski Gorodok . .					75 58,81	3 ,5374	1,5854
61. Obdorsk	66 40	87 45	14 28,87 O.		76 5,84	3 ,5787	1,5573

Reise von Tobolsk nach Irkutzk.

Beobachtungsorte.	Breite.	Länge.	Beobachtete Declination.	Mittlere Declination.	Inclination.	Dauer einer Oscill. reduc auf 0° R. u. unendl. kl. B.	Ganze Intensität.
62. Kolotschikowo	57° 20'	88° 30'			70° 20',41	3",0421	1,5372
63. Isbuschki	57 6	89 5	9° 12',60 O.		—	—	—
64. Tara	56 50	92 30	9 38,12		70 27,22	3 ,0416	1,5462
65. Pokrowskoie Selo . . .	55 55	94 30			69 42,55	2 ,9489	1,5873
66. Tschulüm	55 25	98 20			69 32,62	2 ,9741	1,5483
67. Kolüwan oder Tschanskoi	55 4	100 20			69 48,15	2 ,9731	1,5683
68. Ojasch	55 30	101 15	8 10,35		—	—	—
69. Tomsk	56 18	102 16	8 32,75		70 58,70	3 ,0419	1,5870
70. Podjelnika	56 5	104 40			71 4,62	3 ,0419	1,5950
71. Kasulka	56 3	108 0	7 1,05 O.		—	—	—

*) Ungeachtet der starken Aenderung in der Inclination und Schwingungsdauer, hatte die ganze Intensität sich doch nicht geändert.

Beobachtungen.	Breite.	Länge.	Beobachtete Declination.	Mittlere Declination.	Inclination.	Dauer einer Oscill. reduc auf 0° R. u. unendl. kl. B.	Ganze Intensität.
72. Krasnojarsk	56° 0'	109° 10'	7° 1',00 O.		70° 51',57	3",0027	1,6190
73. Kanskor Ostrog	55 40	115 6			71 35 ,12	3 ,0429	1,6363
74. Alsalewskische Station .	55 0	116 2	4 48 , 9		—		
75. Kursanskoja	54 12	117 40			70 5 , 0	2 ,9464	1,6181
76. Salarsa	53 35	120 25			69 16 ,62	2 ,8864	1,6235
77. Irkutzk	52 17	122 14	2 2 ,55 O.		68 6 , 5	2 ,8343	1,5980
Reise von Irkutzk nach Kiachta.							
78. Station Kadilnaja . . .	51° 58'	122° 30'			67° 34',43	2",8025	1,5975
Auf dem Eise des Baikal, 10 Werste von Possolskoi am östlichen Ufer . . .	52 5	123 50	1° 22', 6 O.				
79. Station Tarakanowskaja .	52 8	124 30			68 22 ,67	2 ,8260	1,6264
80. Werchne Udinsk . . .	51 45	125 20			67 58 ,05	2 ,8313	1,5915
81. Arsentschewa	51 5	124 20	0 8 ,25		67 15 ,68	2 ,7828	1,5990
82. Monachonowa	50 55	124 1	0 26 ,25		66 58 , 9	2 ,7611	1,6018
83. Troizkossawskaja b. Kiachta	50 20	124 14	0 36 ,70 W.		66 13 ,96	2 ,7311	1,5923
Reise von Irkutzk nach Jakutzk.							
84. Olsonowskaja	53° 5'	122° 30'			68° 43',95	2",8435	1,6320
85. Klein-Mansurskaja . . .	53 28	123 15	1° 14',00 O.				
86. Tiumentzowskaja . . .	54 16	122 55			69 55 ,43	2 ,9456	1,6069
87. Botowskaja	55 28	122 50	1 46 ,15 O.		71 13 ,03	2 ,9733	1,6814

Beobachtungen.	Breite.	Länge.	Beobachtete Declination.	Mittlere Declination.	Inclination.	Dauer einer Oscill. reduc auf 0° R. u. unendl. kl. B.	Ganze Intensität.
88. Bojarskaja	56° 16′	123° 15′			71° 33′,37	3″,0306	1,6471
89. Ust Kutzkoi.	57 0	123 10	2° 8′,91 O.				
90. Potapowskaja	57 20	125 10			72 28,70	3,0874	1,6679
91. Kirensk	57 45	125 40	0 54, 5		73 6,93	3,1599	1,6504
92. Igorskaja	58 24	127 15			73 16,85	3,1559	1,6704
93. Iwanowskaja	58 31	128 10	0 47, 7				
94. Parchinskaja	59 14	128 55	1 7,01		73 53,43	3,1886	1,6965
95. Kentinskaja	59 58	132 45			74 32,28	3,2611	1,6881
96. Jarbinskaja	60 25	133 20	1 39,74 W.		74 16,81	3,2641	1,6580
97. Berdowskaja	60 0	135 25			73 59,74	3,1935	1,7021
98. Neleiskaja	60 15	135 45	1 49,54				
99. Olekminsk	60 30	137 20	2 18,20		74 8,65	3,2470	1,6616
100. Sanjachtinskaja	61 0	141 0			73 41,72	3,1777	1,6859
101. Issitzkaja	61 10	142 20	3 4,90				
102. Tojen Arinskaja . . .	61 20	145 25			73 54,09	3,2402	1,6441
103. Jakutzk	62 0	147 20	5 54,95 W.	Nadel *A* . . Nadel *B* . .	74 16,45 74 17,81	3,2585	1,6641

Aus vorstehender Tafel erhellt, dafs die Reisenden zu drei verschiedenen Malen durch Orte ohne magnetische Abweichung gekommen sind, zuerst diesseits des Urals in der Nähe von Nischnei Nowgorod, dann südlich von Irkutzk bei Arsentschewa, und zuletzt auf dem Wege nach Jakutzk, ungefähr unter 60° N. Br. und 130° Länge östl. von Ferro, zwischen Parchinsk und Jarbinsk. Von diesen drei Punkten liegt der erste auf der Linie ohne Abweichung, welche, mit etwas westlicher Ablenkung vom Meridian, wie es scheint den ganzen östlichen Theil des europäischen Rufslands durchzieht; die beiden anderen dagegen gehören zu einer zweiten Linie der Art, welche einige Grade östlich neben Irkutzk vorbeigeht, und vom Meridian nach Nordosten abbiegt. Zwischen diesen beiden Linien herrscht, wie man sieht, überall eine östliche Abweichung, die, ungefähr in der Mitte, bei Tara im Gouvernement Tobolsk, ihr Maximum erreicht; die Beobachtungen zeigen aber aufserdem, dafs, gleichwie westwärts von der ersten, so auch ostwärts von der zweiten Linie die Abweichung wiederum in eine westliche übergeht, und hier bis nach Jakutzk an Gröfse fortdauernd zunimmt.

Der letztere Umstand, nämlich die westliche Abweichung in dieser Gegend von Sibirien, ist für die Kenntnifs der isagonischen Linien von Wichtigkeit. Bekanntlich hat in neuerer Zeit einer unserer ausgezeichnetsten Physiker, Hr. Prof. Kupffer, gestützt auf die an der Nord- und Ostküste Sibiriens nachgewiesene östliche Abweichung, die Richtigkeit der im J. 1788 von Billings in Jakutzk gemachten Beobachtung einer westlichen Abweichung, so wie überhaupt das Daseyn derselben in ganz Sibirien bezweifelt, und sich dagegen die Vorstellung gebildet, als gebe es auf der Erdoberfläche drei Linien ohne Abweichung, von denen dann, was eine nothwendige Folge dieser Annahme ist, die neben Irkutzk vorbeigehende sich dadurch von den beiden übrigen, der

osteuropäischen und nordamerikanischen, unterscheide, dafs zu beiden Seiten derselben die Abweichung gleichnamig, nämlich östlich, sey (dies. Ann. Bd. 86. S. 545.). Gewifs würde diese Hypothese eine grofse Einfachheit in die Erscheinungen gebracht haben; allein es scheint nicht, dafs sie von der Erfahrung bestätigt werden sollte, denn so wenig Ursache man hat, die Beobachtungen der HH. Anjou und Wrangel für irrig zu halten, eben so wenig darf man wohl die Richtigkeit der neueren Messungen in Zweifel ziehen, und man ist deshalb zu der Annahme genöthigt, dafs in diesem Theile Asiens ganz besondere Unregelmäfsigkeiten stattfinden. Im Allgemeinen scheint sich der von Hrn. Prof. Hansteen aus älteren Beobachtungen abgeleitete Satz (*Magaz. for Naturvidenskab. Vol. I. p.* 1.), dafs in der nördlichen Hemisphäre eine viermalige Richtungsänderung der Declination, nämlich in Amerika, im europäischen Rufsland, bei Irkutzk und hinter Jakutzk stattfinde, bestätigen zu wollen; ob aber die drei letzten Punkte einer einzigen Nulllinie (wie es der ältere Hansteen'sche Atlas auf Taf. VI. darstellt) oder mehreren angehören, das lassen wir billig der Entscheidung der Reisenden anheim gestellt, die bei ihrem rühmlichen Eifer sicher Nichts vernachlässigen werden, was zur vollkommnen Lösung ihres Problems erforderlich ist.

Ueberhaupt bedarf es wohl kaum der Erwähnung, dafs hier von einer ausführlichen Discussion der Beobachtungen nicht die Rede seyn könne, sondern dafs man diese nur erst nach gänzlicher Vollendung des Unternehmens und genauer Berechnung der Resultate von den Beobachtern selbst zu erwarten habe. Wir würden daher auch die Frage, in wie weit durch die bisherigen Beobachtungen das Daseyn eines zweiten magnetischen Nordpols erwiesen worden sey, gänzlich übergehen, hätten nicht die öffentlichen Blätter vor einiger Zeit eine Nachricht mitgetheilt, welche glauben lassen könnte, als sey dieselbe schon bejahend erledigt worden. Wirklich

könnte man sich auch im ersten Augenblick durch die starke östliche Abweichung zu Obdorsk, durch die Null-linie bei Irkutzk und durch die westliche Abweichung in Jakutzk zu einem solchen Schlusse hingeneigt fühlen; wenn man indefs bedenkt, dafs, bei dem Vorhandenseyn zweier Pole, nur in grofser Nähe derselben etwas Sicheres aus der Convergenz der magnetischen Meridiane geschlossen werden kann, und dafs die HH. Anjou und Wrangel unter 160° östl. Länge von Ferro noch eine sehr bedeutende östliche Abweichung an der Nordküste von Sibirien angetroffen haben (dies. Ann. Bd. 86. S. 552.), so kann man nicht anders als jene Nachricht für zu voreilig erklären, um so mehr, da die Reisenden gewifs nicht zurückkehren werden, ohne noch durch eine abermalige Excursion zum Polarkreis diesen Gegenstand, als einen der hauptsächlichsten ihres Unternehmens, völlig in's Reine gebracht zu haben.

Wir haben nun noch von den Beobachtungen der täglichen Variation zu sprechen. Der Reisende hat sich ihnen an den Orten, wo er länger verweilte, mit ganz besonderer Ausdauer gewidmet, indem er an jedem derselben den Gang der Nadel mehrere Tage hindurch meist stündlich mit der Gambey'schen Boussole verfolgte. Die nachstehende Tafel enthält die Hauptresultate dieser eben so mühevollen als verdienstlichen Untersuchungen.

Beobachtungsort.	Zeit.	Declination.	Tägliche Variation. Nordende der Nadel am östlichsten.	westlichsten.	Gröfse der Oscillation.
Petersburg . .	1828. Jun. 12—14	6° 47',33 W.	8h 40' Morg.	2h 40' Nachmitt.	18' 26",7
Moscau	Jul. 26—28	3 1,66 W.	8 0 -	2 0 -	19 0,8
Katharinenburg	Sept. 1— 2	O.	8 10 -	1 50 -	11 52,0
Tobolsk . . .	Nov. 3—11	9° 36',40 O.	8 0 -	2 30 -	2 30,0
Irkutzk	1829. März 1— 6	2 2,55 O.	9 30 -	2 30 -	3 10,0
Jakutzk	Apr. 8—17	5 54,95 W.	9 39 -	2 39 -	21 21,0

Es bestätigt sich zunächst hiedurch, dafs der Gang der täglichen Variation, in so fern man auf derselben Seite des magnetischen Aequators bleibt, unabhängig ist von der Richtung der Declination. Wie im nördlichen Amerika und westlichen Europa, steht auch hier an allen Orten das Nordende der Magnetnadel einige Stunden vor Mittage am östlichsten und einige Stunden nach Mittage am westlichsten, die Abweichnng selbst mag übrigens westlich oder östlich seyn; auch scheinen die Wendestunden, so weit sich aus der geringen Dauer der Beobachtungen und der Verschiedenheit der Jahreszeiten schliefsen läfst, so ziemlich dieselben zu seyn, wenigstens schwanken sie an einem und demselben Ort eben so sehr, als zwischen zwei verschiedenen Orten. Dagegen zeigt sich in der Gröfse der täglichen Periode eine auffallende Verschiedenheit, die besonders stark zwischen den beiden zunächst an einander liegenden Orten Irkutzk und Jakutzk hervortritt. Da die letzteren Beobachtungen nur etwa 4 Wochen aus einander liegen, so kann der Einflufs der Jahreszeit allein diesen Unterschied nicht herbeigeführt haben, um so mehr da die Temperatur zu Jakutzk, wegen der nördlicheren Lage des Orts, fast dieselbe war, wie zu Irkutzk. Es ist wohl klar, dafs Declination, Inclination und Intensität der magnetischen Kraft, und die Jahreszeit die Polhöhe des Orts, zugleich von Einflufs sind auf die tägliche Variation der Magnetnadel; welche Relation aber diese sechs Gröfsen verknüpfe, das anzugeben dürfte wohl für jetzt sehr schwierig seyn; mindestens ist sie sehr verwickelt, wie Jedem durch eine aufmerksame Vergleichung der an diesem Orte angestellten Beobachtungen einleuchtend seyn wird.

Zum Schlusse theilen wir hier noch einige Beobachtungen mit, die Hr. Dr. Erman während einer Erderschütterung in Irkutzk, am 8. März 1829, zu machen

Gelegenheit fand, und die, in sofern als sie die Frage über den Einflufs der Erdbeben auf die Magnetnadel berühren, mit dem übrigen Theile dieses Berichtes in nahem Zusammenhange stehen. Wir geben sie mit den Worten des Verfassers, da es für die Leser am interessantesten seyn dürfte, denselben selbst darüber reden zu hören.

»Durch einen sehr glücklichen Zufall fand mich der Erdstofs des 8. März wachend. Er traf ein um 4^h $40'$ mittlerer Zeit. Zuerst hörte ich während beiläufig 8 bis 10 Secunden ein Klappern der lose stehenden Theile des Hauses, genau wie das Klappern einer Windmühle (ein ungefähr drei Mal in der Secunde sich wiederholendes *Tak Tak*), begleitet von fühlbaren gleichzeitigen Zitterungen des Bettes. Darauf folgte eine viel stärkere Zitterung der Mauern, und ein erschütternder Schlag, wie von einer äufserst heftig zugeworfenen Thür. Dieser zweite Act hatte beiläufig ein Drittel der Dauer des ersten; dann folgten auf ihn genau dieselben rollenden Zitterungen, die den Anfang gemacht hatten, und ungefähr während derselben Zeit anhaltend wie zuvor. Um anschaulich nicht mehr und nicht weniger zu beschreiben, als was und wie ich gehört und gefühlt habe, denke man sich einen unter der Erde rollenden Donner, mit dem gewöhnlichen rinforzando und decrescendo des *rrrrtumrrrr*, wobei das *rrrr* mit einem brausenden Sturm etwa zu vergleichen wäre, und dieses Geräusch begleitet von einer seiner Stärke direct proportionalen Erzitterung des Hauses und der losen Sachen in demselben, so hat man die genauste *empirische* Beschreibung des Phänomens; höchst wahrscheinlich müfste für den vorliegenden Fall eine *ätiologische* Beschreibung das Verhältnifs umkehren: *Zitterungen begleitet von Geräusch, welches der Intensität der Zitterungen proportional ist,* d. h. das *Geräusch* als rein symptomatisch und nur *überirdisch* zu nehmen.

Denn 1) in einem hohen steinernen Gebäude war das *Geräusch* und die Erzitterung viel stärker, als in dem

niedrigen Holzhause, welches ich bewoh·e, und wo der Fufsboden meines Zimmers kaum 10 Fufs über dem Niveau der Strafse erhöht, doch weit mehr geeignet war, einen aus dem Innern kommenden Schall gleichsam aus der ersten Hand wahrnehmbar zu machen. 2) Auf freiem Felde und platter Erde ist keine Spur von Geräusch gehört worden; auch waren daselbst die Zitterungen und der Schlag so schwach, dafs eine Schildwache, die vor dem eben erwähnten hohen Hause stand, von der ganzen Sache nichts gemerkt hat, und doch schlief sie etwa nicht, denn sie wurde unmittelbar befragt; mein Kosak hingegen, der bei mir im Innern des Hauses im Nebenzimmer schlief, erwachte bei dem zweiten Act, dem heftigen Schlage, mit dem Ausruf: *was ist das!* worauf ich, als Zeichen für die Unzweideutigkeit des Phänomens, antwortete: *es mufs ein Erdbeben seyn.* Freilich gilt hinsichtlich auf die von der Schildwache nicht bemerkten *Zitterungen*, die alte Erfahrung, dafs die aufrecht auf den Beinen stehenden Menschen die Erdstöfse immer nur schwach fühlen, wegen des Nachgebens der Kniegelenke; wohl konnte daher der Schildwache eine Dröhnung entgehen, welche doch, wie es in Irkutzk der Fall war, auf platter Erde aufgestapeltes Klafterholz umwarf; aber ein positives im Innern der Erdschichten, als solches erregtes Geräusch, hätte ihr nicht entgehen können.

Ueber den Ausbreitungsbezirk dieses Erdbebens waren bei Abgang dieses Briefes noch keine bestimmten Notizen vorhanden, nur hatte man die Nachricht, dafs in der Kohlensandstein-Formation von *Nischne* Udinsk (NB. nicht Werchnei) der Erdstofs so stark gewesen, dafs Oefen einstürzten; in Irkutzk selbst ist es übrigens bei früheren Erdstöfsen oft vorgekommen, dafs verschiedene Stadtviertel verschiedentlich afficirt wurden, welches sehr denkbar ist, denn stellenweise geht hier der Steinkohlensandstein unmittelbar zu Tage aus, an andern Stellen ist er von einer dicken Kies- und Grandschicht (*gravier*) be-

deckt, wodurch die Fortpflanzung des Stofses wohl modificirt werden kann.

Der Erdstofs vom 8. März war von einer in Irkutzk sehr seltenen Stärke, und weit bedeutender, als die zwei im Sommer und im Herbst 1828 erlebten. Man neigt sich hier übrigens dahin, die jetzige Jahreszeit als die gewöhnlichste der Erdbeben in Irkutzk zu betrachten; ich werde mich bemühen ein Verzeichnifs zu erhalten aller beobachteten Erdstöfse nebst den begleitenden *meteorologischen Verhältnissen*, wozu Folgendes allerdings einigen scheinbaren Anlafs geben könnte. Ich hatte eine Art von Unterbau ausführen lassen, um in meiner Wohnung das Gambey'sche Declinatorium auf dem Fensterbrette zur Beobachtung der täglichen Periode aufstellen zu können. Ein Einwohner der Stadt, der Eigenthümer der hiesigen Apotheke, besuchte mich vier Tage vor dem Erdstofs, und warnte mich dringend noch anderweitig einige Sicherheitsmafsregeln für das Instrument anzuwenden, denn er habe die bestimmte Ahnung, dafs wieder ein Erdbeben im Annähern sey; wobei er meinen Unglauben durch *ein gewisses Etwas der damaligen Witterung* zu beschwichtigen suchte. Als nun die meteoromantische Prophezeihung (zufällig?!) in Erfüllung gegangen, sagte dieser Herr aus, seine Präsagitionsgabe von einem alten Einwohner von Irkutzk überkommen zu haben: Wind vom Baikal her (Ostwind) und nebliches Wetter seyen die Vorboten !!?? Wahr ist jedoch, dafs in der letzten Woche der meteorologische Habitus ganz von der normalen bestimmten Constitution für Irkutzk abwich. Dunkelblauer, unausgesetzt wolkenloser Himmel ist für die Wintermonate die Regel in Ostsibirien, und namentlich für Irkutzk; nur ehe die Angera sich bedeckt hat mit Eis, ist die Stadt einige Wochen lang in Dünste gehüllt, der Flufs raucht sehr stark. Ausnahmsweise waren nur in den letz- Wochen mit schwachem Ostwind neblichte, sternlose Nächte, und bei Sonnenuntergang sogar zwei Mal eine

sommerliche Wolkenformation, die ich bis dahin in Sibirien noch nie beobachtet hatte; hohe *cirri* mit tiefer liegenden Schichten von *cumuli*. Dieses Wetter ist *an sich* sehr interessant, vorzüglich wenn man die dampf- und dunstlose Beschaffenheit des transbaikalischen Gebiets kennt, die so ausgezeichnet und so constant ist, dafs wenig an Schlittenbahn zu denken ist, und dafs von den vielen tausenden von Fahrwerken, welche diese belebteste aller Landstrafsen von Kiachta durch Irkutzk nach ganz Sibirien und ganz Rufsland im Winter passiren, wohl nicht Eines anders, als auf Rädern die Station von Udinsk erreicht, wo erst die Schlittenbahn anfängt; doch an einen Zusammenhang der Witterung mit den Erdstöfsen glaube wer da kann!

Sehr wichtig ist die Thatsache, dafs das Gambey'sche Declinatorium, welches vor dem Erdstofs fünf Tage hindurch zur Bestimmung der täglichen Periode genau beobachtet war, für den Moment von einigen Minuten nach dem Erdstofs keine Anomalie gab, die um eine Bogen-Minute abwich von der zu dieser Tageszeit gehörigen mittleren Abweichung, wobei es sich versteht, dafs man durch die Coincidenz der Reihen nach dem Erdstofs mit denen vor demselben sich versicherte, das Instrument habe seine unverrückte Lage beibehalten. Hier ist also positiv ein Erdbeben ohne allen magnetischen Einflufs, als Gegensatz zu dem, was man ohnlängst in einem westphälischen Bergwerke beobachtet haben will. Die Gelegenheit, einen Erdstofs am Baikal der strengen Controlle eines Gambey'schen Declinatoriums zu unterwerfen, ist immerhin eine seltene und willkommene Gabe des Zufalls.«

XV. *Ueber eine Methode zur Schmiedbarmachung des Platins; von William Hyde Wollaston.*

(*Philosophical Transactions f.* 1829 *Pt. I. p.* 1.) *)

Das gewöhnliche Verfahren zur Darstellung eines chemisch reinen Platins, durch Auflösen in Königswasser und Fällen mit Salmiak, ist jedem Chemiker bekannt; allein ich zweifle, ob man für gewöhnlich die nöthige Sorgfalt darauf verwendet, die Auflösung des im Erze enthaltenen Iridiums durch gehörige Verdünnung des Lösemittels zu verhindern. In einem Aufsatze über das Rhodium, in den *Philosophical Transactions* für 1804, habe ich bereits dieser Vorsichtsmaſsregeln gedacht, doch ohne anzugeben, wie stark die Säure zu verdünnen sey. Ich rathe hier daher, die stärkste Salzsäure zu nehmen, sie mit einem gleichen Maaſse Wasser zu verdünnen, und die Salpetersäure, was am ökonomischsten ist, im Zustande des einfachen Scheidewassers anzuwenden.

Was die Verhältnisse betrifft, in denen die Säuren anzuwenden sind, so sey gesagt, daſs, in runden Zahlen, ein Aequivalent von 150 Th. Marmor an Salzsäure, nebst einem Aequivalent von 40 Th. Marmor an Salpetersäure 100 Th. rohen Platins aufnehmen; um indeſs keine Säure zu verschwenden und die Lösung reiner zu erhalten, ist es nöthig, wenigstens noch 20 Procent mehr von dem Erze anzuwenden. Damit stellt man das Ganze, bei einer allmälig zu verstärkenden Hitze, auf drei bis vier Tage

*) Einen vorläufigen Bericht von dieser Abhandlung haben die Leser bereits im vorigen Bande dieser Annalen, S. 299., erhalten. P.

in Digestion. Die Auflösung wird nun abgegossen, hingestellt bis sich das in der Flüssigkeit schwebende pulverförmige Iridiumerz völlig abgesetzt hat, und darauf mit 41 Th. in 200 Th. Wasser gelösten Salmiaks vermischt. Der dadurch erhaltene Niederschlag wiegt ungefähr 165 Theile, und liefert etwa 66 Th. reinen Platins.

Die Mutterlauge enthält noch ungefähr 11 Th. Platin; um diese und die übrigen noch aufgelösten Metalle zu fällen, stellt man eine blanke Eisenstange hinein, und löst den erhaltenen Niederschlag wiederum in einer hinreichenden Menge Königswasser, von ähnlicher Zusammensetzung als das zuvor angewandte; doch setzt man hier, bevor man den Salmiak hinzuthut, auf 32 Maafstheile der Lösung einen Maafstheil starker Salzsäure hinzu, um jede Fällung von Palladium oder Blei mit dem salzsauren Platin-Ammoniak zu verhindern.

Um den gelben Niederschlag von den verschiedenartigen Stoffen, welche bekanntlich in dem sehr zusammengesetzten Platinerze enthalten sind, zu befreien, mufs man ihn gut auswaschen, und zuletzt, zur völligen Entfernung des Waschwassers, stark ausdrücken. Er wird nun in einem Geschirre von Graphit mit äufserster Sorgfalt so weit erhitzt, als eben nöthig ist, um den Salmiak gänzlich zu verjagen, und eine möglichst geringe Zusammensinterung der Platintheilchen zu veranlassen; von diesem Umstande hängt wesentlich die Geschmeidigkeit des Productes ab.

Das graue Platinproduct zeigt bei Herausnahme aus dem Tiegel, falls es mit gehöriger Sorgfalt bereitet ist, nur geringen Zusammenhang, und mufs darauf zwischen den Händen zerrieben werden, um es auf die sanfteste Weise in ein Pulver zu verwandeln, das noch durch ein feines Leinwand-Sieb geht. Die gröberen Theile werden dann in einem hölzernen Mörser mit einem hölzernen Pistill zerrieben, aber um keinen Preis mit einem härteren Material, welches im Stande wäre die Platintheil-

chen zu glätten *); denn jeder Grad von Politur verhindert die Theilchen im weiteren Verlauf des Processes zusammenzusintern. Da das Ganze überdiefs mit reinem Wasser gewaschen werden mufs, so wird man das Zerreiben sehr erleichtern, wenn man zuletzt dabei etwas Wasser hinzusetzt, um dadurch die feinen Theile, die sich darin schwebend erhalten können, zu entfernen.

Da sich das Platin durch die stärkste Hitze unserer Oefen nicht schmelzen, folglich auch nicht wie andere Metalle während der Schmelzung durch Flufsmittel von den Unreinigkeiten befreien, noch durch dieselbe homogen machen läfst, so wird man bei einer wissenschaftlichen Auffassung des Gegenstandes einsehen, dafs hier die mechanische Vertheilung im Wasser, so weit sie es vermag, den Zweck des Schmelzens ersetzt, indem sie den erdigen Theilen vermöge ihrer gröfseren Leichtigkeit gestattet, sich auf die Oberfläche zu begeben, und dem Wasser Gelegenheit giebt, durch sein Auflösungsvermögen die reinigenden Kräfte des Boraxes und anderer Flufsmittel, lösliche Oxyde zu entfernen, so weit als möglich zu übernehmen.

Durch wiederholtes Auswaschen, Umrühren und Abgiefsen können die zarteren Theile des Platinpulvers so rein

*) Wie nöthig die Beachtung dieser Versichtsmafsregel sey, zeigt folgender Versuch. Wenn man einen Platindraht mit einem scharfen Werkzeuge in schiefer Richtung durchschneidet, und dann, nachdem man ihn bis zum Rothglühen erhitzt hat, die eben getrennten Flächen auf einem Ambofs durch einen Hammerschlag wieder in Contact zu bringen sucht, so werden diese fest zusammengeschweifst; wenn man aber die Flächen zuvor mit einer harten Substanz polirt hat, so geht das Schweifsen, wenn überhaupt, nur mit sehr grofser Schwierigkeit von Statten.

Dem bei Zersetzung des salzsauren Doppelsalzes zu stark erhitzten oder dem glattgeriebenen Platinpulver habe ich, durch Eintauchung in eine Lösung von Salmiak in Salpetersäure, keine schweifsbare Oberfläche wieder zu geben vermocht.

rein erhalten werden *), als andere Metalle durch die verschiedenen metallurgischen Processe; und wenn man sie nun in ein reines Gefäfs schüttet und sich darin absetzen läfst, so bekommt man einen gleichförmigen Brei, der zu dem nun folgenden Procefs des Formens fertig ist.

Zum Formen habe ich einen hohlen Messingcylinder von $6\frac{3}{4}$ Zoll Länge angewandt, welcher, um die Herausnahme des gebildeten Zains zu erleichtern, etwas konisch ausgedreht ist, nämlich oben 1,12 Zoll und ein Viertelzoll vom Boden, 1,23 Zoll im Durchmesser hält, und an seinem weiteren Ende durch einen Stahlstöpsel, der ein Viertelzoll tief hineingeht, verschlossen wird. Die Innenseite der Form wird nun mit etwas Speck gut ausgestrichen, dann der Stöpsel, mit Fliefspapier umwickelt, dicht schliefsend eingesetzt (denn Papier erleichtert die Herausnahme des Stöpsels, und läfst während der Compression das Wasser entweichen), die Form aufrecht in ein Gefäfs mit Wasser gestellt, und sie selbst voll Wasser gegossen. Hierauf thut man den Platinbrei hinein, bis sie ganz damit gefüllt ist; da dieser in dem Wasser zu Boden sinkt, so ist man sicher, dafs hiebei keine Höhlungen und Ungleichförmigkeiten entstehen, Ungleichförmigkeiten, welche das jetztfolgende Pressen vollends vernichten soll. Um sich jedoch gegen etwa vorhandene Höhlungen ganz sicher zu stellen, kann man die Form nach der Füllung wägen, und das Gewicht ihres Inhalts mit dem Gewicht von Platin und Wasser vergleichen, welches sie nach einer Berechnung zu enthalten vermag **).

*) Schwefelsäure mit dem so gereinigten grauen Platinpulver digerirt, zieht aus ihm noch nicht ein Tausendstel Eisen aus.

**) Aus dem mittleren Gewicht der Zaine, die durch die vorhergehenden Operationen erhalten worden, geht hervor, dafs die im Text beschriebene Form 16 Unzen Troy Gew. trocknen Platinpulvers enthalten mufs. Das Gewicht des Inhalts der Form

$$= 16 \text{ Unzen} \times \frac{\text{Spec. Gewicht des Platins} - 1}{\text{Spec. Gewicht des Platins}} + \text{dem Gewicht}$$

eines Kubikzoll Wassers $\times$ der Capacität der Form in Cubik-

Nachdem man nun erstlich eine Scheibe weichen Papiers und dann eine von wollenem Zeuge auf die Oberfläche der Masse gelegt hat, drückt man mit der Hand, vermittelst einer hölzernen Keule, das Wasser theilweise aus, und legt nun eine Kupferplatte darauf, wodurch die Masse so viel Consistenz bekommt, dafs man die Form in horizontaler Lage in eine kräftige Presse legen kann.

Die Presse, deren ich mich gewöhnlich zu diesem Zwecke bedient habe, besteht aus einer flachen Eisenstange AB (Taf. II. Fig. 5.), welche in die hohe Kante gesetzt, und etwa in der Mitte, wo sie sich sonst leicht biegen würde, durch einen Haken E auf eine starke Holzbank CD festgeschroben ist. Durch einen Bolzen an ihrem Ende A steht die Stange mit dem Hebel AFG in Verbindung. Eine Eisenstange FH, welche sich an nen beiden Enden um die Bolzen F und H dreht, geht von dem Hebel F aus, und treibt, so wie dieser niedergedrückt wird, den längs der Stange AB hingleitenden Schlitten J vor sich hin. Durch einen Klotz, der in die Lücke Ik gelegt wird, theilt der Schlitten seine Bewegung der Schiene klm mit, welche ebenfalls längs der Stange hingleitet und die Form N fortschiebt; letztere liegt auf der Schiene, gerade dem Stempel O gegenüber, welcher sich mit seinem Ende gegen das hervorragende Stück P des Endes der Stange AB stützt.

Das Gewicht, welches in dieser Presse, wenn der Erhebungswinkel des Hebels klein ist, der senkrecht am Ende des Hebels wirkenden Kraft das Gleichgewicht hält, ist = dieser Kraft $\times \frac{AG \times FH}{AF(AF+FH)} \times cotang.$ vom Erhebungswinkel des Hebels, oder, falls die Presse die in

zollen $= 16$ Unzen $\times \frac{20,25}{21,25} + 0,526$ Unzen $\times 7,05 = 18,9575$ Unzen Troy Gewicht. Wiegt der Inhalt der Form bedeutend weniger als nach dieser Berechnung, so müssen in dem Pulver Ungleichförmigkeiten vorhanden seyn.

der Figur angegebenen Dimensionen besitzt, = Kraft $\times 5\, cotang.$ jenes Erhebungswinkels. Bei einer Erhebung von 5° wird dieser Ausdruck beinahe gleich der 60fachen, und bei einer Erhebung von 1° fast der 300fachen Kraft; ja bei einer horizontalen Lage des Hebels ist der Multiplicator der Kraft gleichsam unendlich. Diese Auseinandersetzung wird hinreichen, zu zeigen, mit welchem mechanischen Vortheil in dieser Presse das am Ende des Hebels wirkende Gewicht des Arbeiters auf den wenig mehr als einen Zoll im Durchmesser haltenden Querschnitt des Cylinders vergröfsert übertragen wird.

Nachdem die Zusammendrückung so weit wie möglich getrieben worden ist, zieht man den Stöpsel am Ende der Form heraus, und nimmt den Platinkuchen fort, was, wegen der konischen Gestalt der Form, leicht zu bewerkstelligen ist. Er ist nun so hart und fest, dafs er sich ohne Gefahr des Zerbrechens handhaben läfst, und wird jetzt über einem Kohlenfeuer zum Rothglühen erhitzt, um alle Feuchtigkeit zu vertreiben, das Fett zu verbrennen, und ihm einen noch höheren Grad von Cohäsion zu ertheilen.

Man erhitzt nun den Kuchen in einem Windofen. Zu diesem Entzweck stellt man ihn mit einem seiner Enden auf eine, 2½ Zoll über dem Rost des Ofens befindliche, irdene Unterlage, die zuvor mit einer Lage reinen Quarzsandes bestreut worden ist, und bedeckt ihn mit einem umgekehrten cylindrischen Topf von der feuerfestesten Tiegelmasse auf die Art, dafs dieser mit seinem offnen Ende auf der Sandlage ruht, und nirgendwo den Kuchen berührt.

Um zu verhindern, dafs das Platin durch die Hitze blasig werde, welches der gewöhnliche Fehler dieses Metalls im verarbeiteten Zustande ist, mufs man den Kuchen der möglichst stärksten Hitze eines Windofens aussetzen, einer stärkeren, als das Platin hernach bei irgend einer Behandlung erfährt; so dafs alle Unreinigkeiten ausge-

trieben werden, welche sich sonst bei einer niederen Temperatur verflüchtigen würden. Der Ofen mufs mit Cokes aus Staffordshire gespeifst und das Feuer, von der Zeit des Anfanges an, ungefähr 20 Minuten unterhalten werden; während der letzten vier oder fünf Minuten giebt man eine mäfsige Hitze.

Der Kuchen wird nun aus dem Ofen genommen, und, nachdem er aufrecht auf einen Ambos gestellt ist, noch heifs von oben herab mit einem schweren Hammer geschlagen, so dafs das Metall nach einer einzigen Erhitzung kräftig verdichtet wird. Biegt sich der Cylinder bei diesem Schmieden, so darf man ihn auf keine Weise von den Seiten her hämmern, denn dadurch würde er unabänderlich zerbrechen, sondern man mufs ihn durch wohl gerichtete Schläge auf die Enden wieder gerade zu machen suchen.

Die Arbeit ist nun in so weit vollendet, als jetzt der Platinzain durch Erhitzen und Hämmern, wie jedes andere Metall, in beliebige Form gebracht werden kann. Von den eisenhaltigen Schüppchen, mit denen sich der Zain im Feuer überzogen haben kann, befreit man ihn, nach dem Schmieden, dadurch, dafs man ein angefeuchtetes Gemenge von gleichen Maafstheilen krystallisirten Boraxes und gemeinem Weinsteinsalzes auf seine Oberfläche streicht, und ihn alsdann mit diesem, welches ein rasch wirkendes Lösemittel solcher Unreinigkeiten ist *), auf einer Platinmulde, unter einem un-

*) Die Chemiker werden diesen Flufs sehr brauchbar finden, um von Platintiegeln oder sonstigen Platingeschirren den eisenhaltigen Anflug, mit dem diese nach längerem Gebrauche und besonders nach heftiger Erhitzung im Steinkohlen - oder Coaksfeuer überzogen sind, zu entfernen. Zur Analyse erdiger Mineralien bin ich gewohnt mich eines ähnlichen Flusses zu bedienen, bestehend aus einem gut zusammengeriebenem Gemische von 2 Gewichtsth. krystall. kohlens. Natrons und 1 Gewth. krystallisirten Boraxes. Er hat den Vortheil, dafs er nicht, wie das kaustische Kali, auf die Platintiegel wirkt, und ist ein kräftiges Lösemittel für den Hyazinth und für andere Mineralien, welche sonstigen Flüssen hart-

gestürzten Topf, der Hitze eines Windofens aussetzt. Unmittelbar nach dem Herausnehmen aus dem Ofen taucht man den Zain in verdünnte Schwefelsäure, welche den an der Oberfläche haftenden Flufs nach wenigen Stunden gänzlich aufgelöst haben wird. Dann kann der Zain zu Blatt geschlagen, zu Draht ausgezogen oder jedem Processe, dessen das dehnbarste Metall fähig ist, unterworfen werden.

Die Vollkommenheit der hier zur Darstellung eines völlig schmiedbaren Platins angegebenen Methoden ersieht man, wenn man das durch sie erhaltene Platin hinsichtlich seines specifischen Gewichts mit demjenigen, welches eine vollständige Schmelzung erlitten hat, vergleicht, so wie in Betreff seiner Zähigkeit mit andern sehr geschmeidigen Metallen.

Das specifische Gewicht eines zu feinem Draht ausgezogenen Platins, welches der verstorbene Dr. Clarke vor dem Knallgasgebläse völlig geschmolzen hatte, fand ich =21,16. Das spec. Gewicht des Kuchens aus dem Metallbrei, wenn er zuerst in die Form gebracht wird, ist, abgerechnet die Feuchtigkeit, ungefähr 4,3, nach dem Herausnehmen aus der Form aber, etwa 10. Das des völlig zusammengesinterten Kuchens, so wie er aus dem Windofen genommen wird, geht vor dem Schmieden von 17,0 bis 17,7. Nach dem Schmieden ist das specifische Gewicht des Platins ungefähr 21,25, bei demselben Stücke aber, nachdem es zu Draht ausgezogen ist: 21,4. Das specifische Gewicht des feinsten Platindrahts, bestimmt aus dem Gewichte einer gegebenen Länge desselben, verglichen mit dem Gewichte eines eben so langen, durch denselben Drahtzug gegangenen Golddrahts, fand ich =21,5, und diefs ist das Maximum des specifischen Gewichts, welches man dem Platin zu geben hoffen darf.

näckig widerstehen. Wenn das Mineral zu seiner Zersetzung eine Oxydation erfordert, so kann man ein wenig Salpeter oder salpetersaures Natron hinzusetzen.

Die mittlere Zähigkeit zweier feinen Platindrähte, deren einer $\frac{1}{8000}$ und der andere $\frac{1}{3850}$ Zoll im Durchmesser hielt, bestimmt durch die zum Zerreifsen erforderlichen Gewichte, und reducirt auf einen Normaldraht von $\frac{1}{10}$ Zoll Durchmesser, fand ich $=409$ Pfund; die mittlere Zähigkeit von 11 Drähten, deren dickster $\frac{1}{4500}$ und deren dünnster $\frac{1}{25000}$ Zoll im Durchmesser hielt, reducirt auf das frühere Normalmaafs, ergab sich mir $=589$ Pfund; das Maximum unter diesen 11 Fällen war 645 Pfund, das Minimum 480 Pfund. Eine Ausnahme hievon zeigten ein gröberer Draht von $\frac{1}{1500}$ Zoll, der 290 Pfund, und ein feinerer Draht von $\frac{1}{30000}$ Zoll, der 190 Pfund erforderte. Nehmen wir 590 Pfund, wie es durch die 11 auf einander folgenden Versuche bestimmt ist, als das Maafs der Zähigkeit des durch den oben beschriebenen Procefs dargestellten Platins an, und setzen die Zähigkeit eines Golddrahts, reducirt auf dasselbe Normalmaafs, ungefähr zu 500, und die eines Eisendrahts zu 600, so sind wir vollkommen berechtigt, mit dem im gegenwärtigen Aufsatz angegebenen Verfahren zur Schmiedbarmachung des Platins zufrieden zu seyn.

Ich füge diesem Aufsatze noch die Beschreibung einiger Processe in Betreff zweier der im Platinerze befindlichen Metalle hinzu.

Um schmiedbares Palladium zu erhalten, verbinde man den Rückstand von der Verbrennung des Cyanpalladiums mit Schwefel, und nachdem man das Schwefelmetall geschmolzen hat, reinige man den Kuchen zuletzt durch Cupellation in einem offnen Tiegel mittelst Borax und etwas Salpeter. Dann röste man das Schwefelmetall bei einer schwachen Rothglühhitze auf einem Backstein, und drücke es, wenn es die Consistenz eines Teiges erhalten hat, in einen vierseitigen oder ovalen flachen Kuchen; darauf röste man es wieder sehr geduldig bei schwacher Roth-

glühhitze, bis es auf der Oberfläche schwammig wird. Während dieses Processes, besonders in den Momenten einer zufälligen Abnahme der Hitze, geht der Schwefel als schweflige Säure davon. Nun lasse man den Zain sich abkühlen, und wenn er völlig kalt geworden ist, schlage man ihn mit einem leichten Hammer, um ihn zu verdichten und die schwammigen Auswüchse auf seiner Oberfläche fortzuschaffen. Das abwechselnde Rösten und gelinde Hämmern erfordert die äufserste Sorgfalt und Ausdauer, denn eher erträgt der Kuchen keine harten Schläge; allein er kann auf diesem Wege zuletzt so flach und stark gemacht werden, dafs man ihn durch ein Walzenwerk gehen und dadurch zur beliebigen Dünnheit bringen lassen kann.

So bereitet ist er immer etwas spröde, so lange er heifs ist; wahrscheinlich von einem geringen Gehalt an zurückgebliebenem Schwefel. Ich habe auch das Palladium für sich ohne den Gebrauch von Schwefel geschmolzen; aber es dann immer so hart und schwer zu behandeln gefunden, dafs ich den obigen Procefs bei weitem vorziehe.

Um Osmiumoxyd im reinen, starren und krystallisirten Zustande zu erhalten, reibe ich 3 Gewichtstheile Iridiumerz und 1 Gewichtstheil Salpeter zusammen, und thue das Gemenge in einen kalten Tiegel. Dann bringe ich den Tiegel in offnem Feuer zum guten Rothglühen, bis die Ingredienzien in einen teigigen Zustand gekommen sind, wobei sich Osmiumdämpfe erheben. Die löslichen Theile der Mischung werden dann in der möglich geringsten Menge Wasser gelöst, und die erhaltene Flüssigkeit in einer Retorte mit so viel mit ihrem gleichen Gewichte Wasser verdünnter Schwefelsäure vermischt, als hinreicht das Kali im Salpeter zu sättigen; wenn gleich aus einem Ueberschufs an Schwefelsäure kein Nachtheil

entspringt. Durch eine rasche Destillation, die man so lange fortsetzt, als noch in dem Recipienten Osmiumdämpfe erscheinen, erhält man das Oxyd in Gestalt einer weifsen Kruste, die das Innere des Recipienten überzieht, und daselbst geschmolzen, unter der wäfsrigen Lösung in flachen Tropfen am Boden zusammenfliefst. Nach dem gänzlichen Erkalten des Recipienten wird das Oxyd starr und krystallinisch. Durch eine solche Operation wurden, aufser einer starken wäfsrigen Lösung des Oxydes, 30 Gran desselben im krystallisirten Zustande erhalten.

XVI. *Versuche zur Ausmittlung der Natur des Graphits.*

Wiewohl es nach der Untersuchung des Hrn. Geheimen Ober-Bergraths Karsten kaum mehr einem Zweifel unterliegt, dafs der Graphit das in ihm befindliche Eisen nur als mechanische Einmengung einschliefst, und dafs also derselbe, wenn er nicht etwa Wasserstoff enthält, für reine Kohle angesehen werden mufs*); so ist doch diese Ansicht im Ganzen noch zu wenig von den Chemikern beachtet, als dafs es überflüssig erscheinen

*) Dessen Archiv für Bergbau- und Hüttenkunde, Bd. XII. S. 91. — Sind Graphit und Diamant ihrer chemischen Beschaffenheit nach wirklich identisch, so geht daraus hervor, wie ich schon in dies. Ann. Bd. VII. S. 528. gelegentlich bemerkte, dafs die Kohle zu den dimorphen Körpern gezählt werden müsse, d. h. zu denen, welche, wie der Schwefel, der kohlensaure Kalk, das schwefelsaure Nickeloxyd u. s. w., je nach Umständen bald in den Formen eines Krystallsystems, bald in denen irgend eines andern, anschiefsen können. Bekanntlich gehört der Diamant dem regulären Systeme an, der Graphit bestimmt aber nicht, wenn auch sonst die Angaben über seine Krystallisation noch in einigem Widerspruch stehen. *P.*

könnte, einige Versuche mitzutheilen, durch welche dieselbe eine neue Bestätigung erlangt. Diese Versuche sind vom Hrn. Prof. Sefström angestellt und in den Jerncontorets-Annalen, Jahrgang XII. Seite 145., beschrieben, aus welcher Quelle das Nachfolgende ausgehoben worden ist.

Mehrmals habe ich, sagt Hr. Sefström, den Graphit, welchen man bei Hohöfen, die stark im Gange sind, zwischen dem Roheisen und den Schlacken findet, gesammelt, aber ihn nie so frei von fremdartigen Körpern angetroffen, dafs er sich zu einer genauen Analyse geeignet hätte. Ich beschlofs daher, Versuche zur Bildung von künstlichem Graphit zu machen, und, falls derselbe Kohleneisen wäre, zu sehen, bis zu welchem Grade das Eisen sich in gewöhnlicher Rothglühhitze mit der Kohle zu verbinden vermöchte.

Erster Versuch. Zu dem Ende brachte ich einen zwei Decimeter langen, spiralförmig aufgerollten Draht vom reinsten Eisen, welches ich bei der Hand hatte, in eine Porcellanröhre, und leitete, unter fortwährendem Rothglühen derselben, allmählig 0,4 Kubikfufs kohlensäurefreies ölbildendes Gas hindurch. Das zur Porcellanröhre heraustretende Gas wurde durch ein Glasrohr, dessen Mündung unter der Oberfläche von Rüböl stand, fortgeleitet.

Als die Porcellanröhre zum Glühen kam, wurde das Gas zersetzt, was daraus hervorging, dafs im Ableitungsrohr ein empyreumatisches Oel und ein rufsiger Rauch, der das Rüböl schwarz färbte, zum Vorschein kamen. Nach dem Erkalten des Apparats fand sich derselbe Rufs und dasselbe Oel auch in der Porcellanröhre. Der Eisendraht schien aufgeschwollen zu seyn und safs im Rohre fest, so dafs er herausgestofsen werden mufste. Er war mürbe und besafs im Bruch das Ansehen und die Farbe des Brennstahls; doch konnte er, ohne zu zerbrechen, noch ein wenig gebogen werden, und es löste sich dabei

von seiner Oberfläche eine dunkelgraue Rinde ab, die einen schwachen Glanz besafs *).

Aufser dieser Rinde safs noch eine andere am Eisendrahte, da wo er die Porcellanröhre berührte. Sie war nach dieser Röhre geformt, elastisch und spröde zugleich, und besafs, zur Unterscheidung von der andern,

*) Ein ähnlicher Procefs, nämlich die Hinüberleitung von Steinkohlengas über glühendes Eisen, ist neuerlich von Hrn. Charles Macintosh in Schottland zur Stahlbereitung angewandt, und wie es scheint mit Erfolg, wenigstens hat sich derselbe auf diefs Verfahren patentiren lassen (*London Journal of Arts, Vol. XIII. No.* 79.). Es ist jedoch zu bemerken, dafs Hr. Macintosh nicht der Erfinder dieser Methode ist, sondern Hr. Vismara, ein Italiener, welcher auch, um die Anwendbarkeit derselben zu ermitteln, eine sehr ausgedehnte, zum Theil ziemlich in's Grofse gehende, Reihe von Versuchen angestellt hat. (*Bulletin des Sciences technologiques. T. V. p.* 211.).

Nicht unpassend ist es auch wohl bei dieser Gelegenheit die, wie es scheint, ganz in Vergessenheit gerathenen Versuche von van Marum, welche in Gren's Neuem Journ. d. Phys. Bd. 3. S. 369. beschrieben sind, wieder in Erinnerung zu bringen. Van Marum leitete Alkoholdämpfe über verschiedene, in einem irdenen Rohr zum Glühen gebrachte Metalle, und fand dabei bestätigt, was früher schon Priestley gefunden hatte, dafs das *Kupfer* in diesem Processe eine sehr starke Einwirkung erleidet. Es hatte sich nämlich in eine ganz mürbe leicht zerbrechliche Substanz umgewandelt, die sowohl inwendig als auswendig schwarz war, und nach Hrn. M. ein wahres Kohlenkupfer darstellte. Eisen hatte sich bei weitem so stark nicht verändert. Silber, Blei, Zinn, Mangan, Zink, Wismuth, Antimon und Kobalt gaben zweifelhafte oder negative Resultate. Die Versuche verdienten gewifs wiederholt zu werden. — Da das *Palladium*, wie Wöhler zuerst gezeigt hat (dies. Ann. Bd. 79. S. 71.), schon aus der Weingeistflamme Kohle aufnimmt, und, nach Berzelius Versuchen (dies. Ann. Bd. 91. S. 213.), auch das *Iridium* diese Eigenschaft besitzt, so ist es wohl wahrscheinlich, dafs beide Metalle sich ähnlich wie das Kupfer gegen die Alkoholdämpfe verhalten werden; auch steht zu vermuthen, dafs durch Hinüberleiten von ölbildendem Gase, Alkohol- oder Aetherdämpfen über Metalloxyde sich mehrere der bisher noch unbekannten Carburete darstellen lassen würden. *P.*

die Farbe des Graphits, aber noch einen höheren Glanz, der da, wo sie die Röhre berührt hatte, vollkommen spiegelnd war. Bei näherer Untersuchung fand sich, daſs der Theil der Porcellanröhre, welcher geglüht hatte, ganz überzogen war mit einer solchen Graphitrinde.

Der Eisendraht wog vor dem Glühen 0,242, nach dem Glühen 0,302, hatte folglich 0,060 oder 23,8 Proc. an Gewicht zugenommen; doch ist sowohl die glanzlose als auch ein Theil der glänzenden Rinde, der nicht abgesondert werden konnte, in dieser Gewichtszunahme begriffen.

Der erhaltene glänzende Graphit wog 0,267, allein es blieb noch etwas von ihm im Porcellanrohr zurück. Ein Theil desselben wurde in einem offnen Platintiegel verbrannt; was sehr langsam ging, da 0,101 Gr. ein zweistündiges Glühen erforderten. Er hinterlieſs keinen Rückstand, und blieb während der ganzen Zeit glänzend. Dieselbe Art von Kohle oder Graphit ist übrigens auch von Colquhoun beobachtet worden *).

*) Hr. Colquhoun hat seine Beobachtungen in den *Annals of Philosoph.* 1826. *T. XII. p.* 1. beschrieben. Das Merkwürdigste, was sie enthalten, möchte wohl die Beschreibung einer haarförmigen Kohle seyn, welche sich in dem vorhin erwähnten Stahlbereitungsproceſs des Hrn. Macintosh gebildet hatte. Als eines Tages der Apparat, welcher zu diesem Processe diente, geöffnet wurde, fand man eine Menge schwarzer, glänzender und biegsamer Fäden von Kohle, die in Büscheln parallel neben einander lagen. Ihre Länge ging von einem Zoll und darunter bis zu acht Zoll, und ihre Dicke von der Stärke eines Pferdehaares bis zum dünnsten Spinnenfaden; ja einige Fäden waren so zart, daſs, wie C. sich ausdrückt, eine einzige Locke dieses mineralischen Haares wohl aus tausenden derselben bestand. Durch Verbrennung mit sorgfältig getrocknetem Kupferoxyd überzeugte sich Hr. C., daſs diese Kohle frei von Wasserstoff war, und eine anderweitige Verbrennung mit Salpeter, und fernere Behandlung des Rückstandes mit Salzsäure und kaustischem Ammoniak zeigte demselben, daſs sie auch weder Eisenoxyd noch Thonerde enthielt. — Uebrigens ist diese Aggregation der Kohle nicht so unbekannt, wie Hr. C. zu vermuthen scheint. In der Samm-

Die graue glanzlose Rinde, welche unmittelbar auf dem Eisendraht safs, wurde in gröfseren Stücken nicht in Pulverform aber schwach vom gewöhnlichen Magnete angezogen. Sie war sehr schwer zu pulvern und elastisch wie Glas oder geschmolzener Borax, so dafs sie beim Zermalmen aus dem Mörser sprang. 0,01 Gr. in einem Platinlöffel geglüht, war nach einer Stunde verbrannt und hinterliefs so wenig Eisenoxyd, dafs es nicht mit völliger Sicherheit gewogen werden konnte; es überstieg jedoch nicht 0,0002 Gr. oder 2 Procent. Ob dieses Eisen mit der Kohle chemisch verbunden, oder blofs mechanisch vermengt war, ist ungewifs, doch letzteres am wahrscheinlichsten.

Zweiter Versuch. Aus gewöhnlichem grobblättrigem Roheisen reinen Graphit zu erhalten glückte nicht, weder durch Auflösen dieses Eisens in Säuren *) noch durch Schmelzen im Tiegel.

Dritter Versuch. Nun wurde ein höchst grobkörniges, man sollte glauben krystallinisches Roheisen angewandt, welches im Gesberger Hohofen beim Herausbrechen der Gestellsteine gefunden war. Dieses hinterliefs bei Auflösung in Königswasser eine Menge grofser Graphitschuppen, einen schwarzbraunen Bodensatz und eine Gallerte von Kieselerde. Diese letztere wurde in kaustischem Kali aufgelöst, und darauf der Graphit zu mehreren Malen mit destillirtem Wasser gekocht, so lange dieses sich noch färbte. Der Graphit schien dabei unverändert zu bleiben. Darauf wurden einige gröfsere

lung des hiesigen Ober-Bergamts wird schon seit langen Jahren eine, aus Hohöfen herstammende, haarförmige Kohle aufbewahrt, die sich nur durch die geringere Länge der Fäden von der von Hrn. C. beschriebenen unterscheidet. *P.*

*) Bekanntlich sind Säuren auch zur quantitativen Bestimmung des Kohlengehalts im Eisen untauglich; Berzelius hat deshalb schon vor geraumer Zeit die Digestion des Eisens mit Chlorsilber angewandt. *P.*

chuppen von demselben ausgelesen, gepülvert und in inem halboffnen Platintiegel verbrannt. Um 0,117 Gr. u verbrennen, war ein achtstündiges Glühen erforderlich. Es blieb ein weifses Pulver zurück, das 0,003 Gr. wog. Dieses löste sich nicht im Wasser, und safs noch am Tiegel fest, nachdem das Wasser verkocht worden war. Mit Salzsäure übergossen, schien es wenig verändert zu werden, doch löste es sich beim Fortkochen der Säure vom Tiegel ab. Der letzte Tropfen der Säure reagirte mit Blutlaugensalz unbedeutend auf Eisen. Dieses Pulver war folglich nichts anderes als fein zertheilte Hohofenschlacke.

Das nämliche Resultat hat auch Karsten erhalten; doch da sich gegen dergleichen Versuche einwenden läfst, dafs der Graphit durch die Einwirkung der Säure und des Alkali's zersetzt worden sey, und das Kohlenskelett nur die Form und das Ansehen desselben behalten habe, so war es nothwendig, sich auf anderem Wege reinen Graphit zu verschaffen.

Vierter Versuch. Als das im letzten Versuche angewandte Roheisen aufmerksam betrachtet wurde, fand sich, dafs es nach allen möglichen Richtungen von Graphitlamellen durchschnitten wurde; und als es auf einem Ambofs mit einem Hammer geschlagen wurde, zersprang es in Stücke, die mit den Graphitlamellen überzogen waren. Es sah aus, als hätte diefs Eisen ordentliche Blätterdurchgänge; allein die Winkel dieser Absonderungsflächen waren sehr unregelmäfsig, und überdiefs bestanden die Stücke auf der Oberfläche aus wirklichem Graphit, welcher wie gewöhnliche Bleistiftmasse abfärbte, und sich mit Sandpapier oder einer Feile abnehmen liefs, worauf dann die Oberfläche wie gewöhnliches angefeiltes Roheisen aussah. Vollkommen überzeugte man sich von der Richtigkeit dieser Ansicht, als man einige dieser Körner an einer Ecke abfeilte, sie, mit dieser nach unten gekehrt, in einen Tiegel legte, und nun darin bis zur

Weifsgluth erhitzte; das Eisen flofs aus, und die Graphithülle, welche das Korn umgeben hatte, blieb zurück. Indefs ist diese Hülle doch nicht ganz leer, denn die nach allen möglichen Richtungen sich durchkreuzenden Lamellen, schliefsen immer noch einige Zellen ein. Auch wenn man die untere Spitze eines solchen Eisenkorns nicht abfeilt, fliefst das Eisen aus der Graphithülle heraus, aber weniger vollständig. In beiden Fällen liegt der Graphit und der Flufs oben auf, und das am Boden befindliche Eisen hat ein feines graues Korn.

Der auf diese Weise erhaltene Graphit war grofsblättrig und schien zu der beabsichtigten Untersuchung geeignet zu seyn; denn die Blätter waren, mit Ausnahme einiger Eisenkügelchen, auf der Oberfläche ganz frei von fremden Stoffen. Als indefs eine Portion desselben verbrennt wurde, blieben dennoch feinzertheilte Schlacke und eine bedeutende Menge Eisenoxyd zurück, welches letztere aber sichtlich dem Graphit nicht chemisch angehörte, weil es an gewissen Punkten angehäuft war, und sich nicht überall fand, wo der Graphit gelegen hatte *). Vom Magnet wurden übrigens diese Graphitschuppen nicht angezogen.

Es wurde nun eine neue Portion noch sorgfältiger mit dem Magneten untersucht, und dabei ergab sich, dafs wenn man ein Graphitschüppchen, auf welches der Magnet nicht wirkte, sehr zerkleinerte, doch gewisse Theile desselben vom Magnete angezogen wurden, und zwar deshalb, weil kleine Eisentheilchen mitten in den Graphitlamellen safsen, und zu klein waren, um gemeinschaftlich mit diesen Lamellen getragen zu werden. Ohne Hülfe eines Magne-

*) Aehnliches beobachtete auch Berzelius an einem Graphit von Barreros in Brasilien. Nur gewisse Stücke desselben gaben eine eisenhaltige Asche; andere aber eine so geringe Spur von Rückstand, dafs man ihn mit Sicherheit nur als von zufälliger Einmengung herrührend annehmen konnte (dessen Jahresbericht No. VII. S. 205.). P.

ten konnte man unmöglich diese Eisentheilchen entdecken, denn da sie mit einer Rinde von Graphit überzogen waren, so sahen sie völlig wie Graphit aus.

Eine Portion gut vom Eisen befreiter Graphitschüppchen wurde in einem hölzernen Mörser fein gerieben und abermals Korn für Korn mit dem Magneten untersucht. Eine geringe Menge des ausgesuchten Theils wurde über der Spirituslampe im Platintiegel verbrannt. 16 Stunden waren erforderlich, um 0,1145 Gr. Graphyt zu verbrennen. Nach der Verbrennung blieb ein braunes Pulver zurück, welches 0,0027 Gr. oder 2,36 Proc. wog; aber auch dieses lag nicht wie ein Skelett des Graphits im Tiegel, sondern angehäuft an gewissen Stellen. Mit Salzsäure digerirt, hinterliefs es ein weifses anfangs gelatinirendes Pulver, und das Eisen ging zum Theil durch diese Gelatina verloren. Jedenfalls sieht man hieraus, dafs der oben verbrannte Graphit nicht über 1,63 Procent metallischen Eisens enthalten hat.

Hienach könnte man sich schon für überzeugt halten, dafs das Eisen dem Graphit nicht chemisch, sondern mechanisch angehört; doch wollte ich mich noch mehr darüber in Gewifsheit setzen.

Zu diesem Ende wurde ein Theil des reinsten Graphits, der in dem letzten Versuche angewandt worden war, noch feiner gerieben, und zwar in einem hölzernen Mörser, welcher vor einem Mörser von Agat oder einem ähnlichen Stoff den Vorzug hat, dafs darin nur der Graphit zerrieben wird, ohne dafs sich das Eisen pülvert und dessen Pulver in die weichen Graphitschüppchen eindrückt, was, wie ich sogleich anfangs merkte, wirklich der Fall ist, denn das im Graphit sitzende Roheisen ist sehr spröde und läfst sich leicht pulvern. Eben so verhindert man auch durch die Anwendung eines Holzmörsers, dafs der Graphit sich mit dem Schlackenpulver vermischt.

Als ich nun den zerriebenen Graphit mit einem Magnete untersuchte, wurden wiederum einige Schüppchen

von demselben angezogen. Zum Beweise, dafs diefs nicht die Folge einer Attraction der ganzen Schüppchen war, wurde eine Nähnadel an den Magneten befestigt, und die Spitze derselben an ein Schüppchen gebracht. Da dieses mit Vorsicht geschah, so sah man leicht, dafs am Graphitschüppchen nur ein Punkt angezogen wurde, und oft ein und derselbe, welche Seite des Schüppchens auch gegen die Nadelspitze gerichtet war; safs dieser Punkt einmal an der Nadel, so drehte sich um ihn das ganze Schüppchen, wenn man auf dasselbe bliefs.

Eine kleine dabei erhaltene Quantität eines Graphits, der nicht vom Magneten angezogen wurde, hinterliefs auch beim Verbrennen nur eine Spur von Eisenoxyd.

Als eine andere Portion eines ähnlichen Graphits in Salzsäure erhitzt wurde, sah man auch deutlich, dafs das Wasserstoffgas sich nicht überall an seiner Oberfläche entwickelte, sondern nur an gewissen Punkten. Auch fand sich, dafs nur gewisse Schüppchen, die in der Flüssigkeit oft zur Oberfläche stiegen, Wasserstoffgas ausgaben, andere aber nicht.

Der Graphit ist folglich kein Kohleneisen.

XVII. *Beschreibung eines Doppel-Mikroskops; von William Hyde Wollaston.*

(*Philosophical Transactions f.* 1829. *Pt.* 1. *p.* 9.)

Der Zustand meiner Gesundheit hat mich veranlafst, eiliger, als ich sonst gewohnt bin, einige Beobachtungen über Mikroskope niederschreiben zu lassen *), und ich übergebe sie der Königlichen Gesellschaft im Vertraun, dafs

*) Bekanntlich hat der Verewigte noch auf dem Sterbebette mehrere seiner Erfahrungen zu Papier bringen lassen, um sie der Nachwelt zu erhalten. *P.*

dafs sie mit eben der Nachsicht wie meine früheren Mittheilungen aufgenommen werden möge.

Alles Licht, welches bei Beleuchtung mikroskopischer Gegenstände, aufser dem im vollen Wirkungskreis des Objectivs liegenden, gesammelt und in's Auge gebracht wird, strebt mehr dahin, das deutliche Sehen zu schwächen, als es zu verstärken.

Ich habe gesucht: das hinzugelassene Licht, so weit es durch einfache Mittel möglich ist, in einen Brennpunkt in der Ebene des zu untersuchenden Gegenstandes zu vereinigen. Zu dem Ende habe ich, um dem Lichte die nöthige Richtung zu geben, einen ebenen Spiegel, und, um es zu sammeln, eine planconvexe Linse, mit der flachen Seite dem Gegenstande zugekehrt, mit vielem Erfolge angewandt.

Ungeachtet der grofsen Verbesserungen, welche die Construction der Mikroskope in neuerer Zeit durch die Einführung achromatischer Objective erhalten hat, und ungeachtet der entschiedenen Vorzüge, welche sie vor jedem einfachen Mikroskope durch ihr gröfseres Gesichtsfeld besitzen, in Folge dessen sie vortrefflich geeignet sind, bekannte Gegenstände unterhaltend darzustellen; so vermag doch schwerlich eins der zusammengesetzten Mikroskope, welche ich bisher gesehen habe, kleine Gegenstände mit der aufserordentlichen Deutlichkeit zu zeigen, welche man durch einfachere Mittel erhalten kann, und welche durchaus erforderlich ist, wenn man unbekannte Gegenstände zum ersten Male untersucht.

Die Erfahrung hat mir bewiesen, dafs eine planconvexe Linse, selbst wenn sie nur von Glas ist, den Vorzug verdient; doch besitzt eine Sapphirlinse von derselben Gestalt, wie deren neuerlich von Hrn. Pritchard verfertigt worden sind *), ein entschiedenes Uebergewicht über jede bisher angewandte einfache Linse.

Der verhältnifsmäfsig hohe Preis einer solchen Linse,

*) Man sehe im vorigen Bande dieser Annalen, S. 517. *P.*

so wie die Leichtigkeit, mit der man sich Glaslinsen in jeder Anzahl und Abänderung verschaffen kann, hat mich jedoch veranlaſst zu untersuchen, ob nicht eine Combination aus diesen, ohne groſse Kosten und Schwierigkeiten in der Construction, einer Sapphirlinse gleichkommen würde; und wiewohl die HH. Herschel und Airy ihre ausgezeichneten mathematischen Talente auf diesen Gegenstand gerichtet haben, so scheint es mir doch nicht unmöglich, daſs die bescheidenen Anstrengungen eines bloſsen Experimentators mit einigen nützlichen Resultaten belohnt werden könnten.

Die Betrachtung der Form des nach Huyghens benannten Ocularrohrs eines astronomischen Teleskops brachte mich auf die Vermuthung, daſs eine ähnliche Combination, in umgekehrter Richtung als Mikroskop angewandt, eben so den Vorzug haben könnte, sowohl die chromatische als sphärische Aberration aufzuheben.

Die Construction, welche sich in meinen Versuchen als zweckmäſsig ergab, mag nicht unpassend mit zwei Fingerhüthen, die am Ende durchbohrt und in einander geschroben sind, verglichen werden. Zwei schickliche planconvexe Linsen, die in den Oeffnungen befestigt sind, können, vermöge ihrer ebenen Flächen, hiedurch leicht mit ihren Axen in eine und dieselbe Linie gestellt, so wie auch vermittelst der Schraube in einen solchen Abstand von einander gebracht werden, daſs sie den bestmöglichen Effect gewähren.

Nach meinen bisherigen Versuchen halte ich es am vortheilhaftesten, wenn die Brennweiten dieser Linsen in dem Verhältnisse 3:1 stehen, und die ebenen Flächen derselben um etwa 1,4 der kürzeren Brennweite von einander entfernt sind. Doch da die Linsen, welche ich besitze, nicht sämmtlich ähnliche Kugelsegmente oder von gleicher Dicke sind, so habe ich keine völlige Gleichförmigkeit in den Resultaten erwarten können.

Das Folgende ist eine Beschreibung des von mir angewandten Apparats.

TUBE, Fig. 6. Taf. II., ist ein Rohr von ungeähr 6 Zoll Länge und einem solchen Durchmesser, dafs lle Reflexion des fremdartigen Lichtes von den Seiten er verhindert wird, zu welchem Ende es noch sicherer t, das Rohr inwendig zu schwärzen. Am Ende des .ohrs, oder in demselben ein wenig vom Ende, befindet ch eine planconvexe Linse *E T*, die eine Brennweite)n ungefähr ⅜ Zoll besitzt und mit ihrer flachen Seite ɜm Gegenstande, der betrachtet werden soll, zugewandt t. Am Boden ist eine kreisrunde Oeffnung *A* von unfähr 0,3 Z. Durchmesser; sie ist bestimmt das vom Spie-l *R* reflectirte Licht zu begränzen, welches darauf von ɜr Linse *E T* acht Zehntel Zoll über derselben in deren rennpunkt *a* vereinigt wird, so dafs daselbst, in der Ebene ɜs zu untersuchenden Gegenstandes, ein deutliches Bild)n der Oeffnung *A* entsteht. Die Länge der Röhre und e Entfernung der planconvexen Linse von der Oeffnung önnen jedoch etwas abgeändert werden. Die hier gebene Länge von 6 Zoll wurde für die Höhe des Auges)er dem Tische am zweckmäfsigsten befunden. Das Bild ɜr Oeffnung *A* darf nicht mehr als 0,05 Zoll im Durchesser halten, es sey denn, die Vergröfserungen wären hwächer als die hier beabsichtigten.

Die Stärke der Beleuchtung hängt von dem Durchesser der Beleuchtungslinse, so wie von dem Verhältſs der Oeffnung zu deren Bilde ab, und kann demgeäfs nach Wunsch des Beobachters abgeändert werden.

Das zusammengesetzte Mikroskop besteht, wie zu-ır erwähnt, aus zwei planconvexen Linsen, deren Brenneiten ungefähr in dem Verhältnifs 3:1 stehen. Sie sind ihren Hüthchen befestigt, und kehren ihre ebenen Fläen, die um etwa 1,4 oder 1,5 der kürzeren Brennweite n einander abstehen, gegen den zu betrachtenden Genstand. Den Abstand zwischen den Linsen verändert

man so lange, bis man den höchsten Grad von Deutlichkeit erreicht hat, nicht blofs in der Mitte, sondern durchweg im ganzen Gesichtsfeld.

Zur Bestimmung des Abstandes zwischen den ebenen Flächen der Linsen habe ich folgende Vorrichtung angewandt. Ein Metalldraht (Fig. 7. Taf. II.) wird in die Form einer Zange gebogen, und an den Enden mit zwei kleinen Glasplatten versehen. Zwischen diese Glasplatten wird, wie es die Figur zeigt, das innere Hüthchen oder das, worin die Linse mit längerer Brennweite sitzt, eingeschoben, und dann der Abstand zwischen den äufsern Flächen der Glasplatten mit einem Tasterzirkel gemessen. Dann schraubt man das kleinere Hüthchen in das gröfsere, und unterwirft es gemeinschaftlich mit diesem derselben Operation. Die Zunahme des Abstandes zwischen den beiden äufsern Flächen der Glasplatten wird dann offenbar gleich seyn dem Abstande zwischen den ebenen Flächen der Linsen.

Die Linse *E T*, oder die Oeffnung *A*, mufs eine Vorrichtung haben, vermöge welcher man den Abstand zwischen beiden verändern, und das Bild der Oeffnung in die Ebene des zu untersuchenden Gegenstandes bringen kann. Diefs geschicht vielleicht am zweckmäfsigsten dadurch, dafs man zwei Röhre in einander schraubt.

Eine Unterlage zum Tragen der Gegenstände, versehen mit der nöthigen Seitenbewegung, wird zwischen dem Mikroskop und der Linse *E T* in *a* befestigt. Diese Einstellung zum deutlichen Sehen geschieht mittelst einer Vorrichtung, die an den Träger des zusammengesetzten Mikroskops angebracht ist.

Zur Vollkommenheit dieses Mikroskops ist erforderlich, dafs die Axen der Linsen und das Centrum der Oeffnung *A* in einer und derselben geraden Linie liegen. Diefs ist der Fall, wenn das Bild der Oeffnung in seiner ganzen Ausdehnung erleuchtet und sein Umfang überall gleich gut begränzt ist. Des Nachts kann man sich zu

Erleuchtung mit grofsem Vortheil einer gemeinen Ochsenaugenlaterne bedienen.

Mit diesem Doppel-Mikroskop habe ich die feinsten Streifen und Auszackungen auf den Schuppen von Lepisma und Podura, so wie die Schuppen auf einem Mükkenflügel mit einem Grade von Deutlichkeit gesehen, welchen ich bei allen mir bekannten Mikroskopen vergebens suchte.

Bevor ich schliefse, will ich noch erwähnen, was mich bestärkt hat, der planconvexen Linse, zweckmäfsig angewandt, den Vorzug zu geben. Sie hat nämlich die sehr gute Eigenschaft, dafs, wenn sie, mit ihrer flachen Seite dem Gegenstande zugewandt, die in Untersuchung befindliche Flüssigkeit berührt, dadurch das Sehen nicht nur nicht geschwächt, sondern sogar erhöht wird. Braucht man dagegen eine biconvexe Linse und berührt zufällig mit dieser die Flüssigkeit, was nicht selten geschieht, wenn ihre Brennweite kurz ist, so hat die Untersuchung ein Ende, bis man die Linse herausgenommen, abgetrocknet und wieder eingesetzt hat.

Nachtrag. Das oben beschriebene Instrument kann natürlicherweise in mannigfaltige Formen gebracht werden; ich will indefs hier eine beschreiben, die mir zweckmäfsig geschienen hat; man sieht sie in Fig. 8. Taf II. abgebildet. Eine Röhre von hinreichender Länge und Weite bildet den Körper des Instruments. Das eine Ende derselben verschliefst eine Platte, versehen mit einer Schraube, mittelst welcher die Röhre auf den Deckel des als Fufsgestell dienenden Kastens zu diesem Instrumente befestigt werden kann. Oberhalb dieser Platte hat die Röhre, wie durch die punktirte Linie angedeutet ist, einen Ausschnitt, damit Licht auf den kleinen Spiegel falle, welcher an einer durch die Mitte der Röhre gehenden Horizontalaxe befestigt ist. Die Neigung dieses Spiegels kann

durch einen, auswendig an der Axe befindlichen Knopf beliebig verändert werden; die übrige Einstellung, senkrecht darauf, geschieht durch Drehen des Kastens dieses Mikroskops.

Ueber der Oeffnung ist in das Rohr ein conischer Einsatz eingelöthet, und in diesen wiederum ein kleines cylindrisches Rohr, welches die zuvor erwähnte Blendung trägt, eingeschroben. Die planconvexe Linse ist in einem federnden Rohre befestigt, welches in dem gröfseren sich verschieben läfst. Die Lage der Linse kann demnach so verändert werden, dafs dadurch das Bild der Blendung in die Ebene des zu betrachtenden Gegenstandes kommt. Ein Stück Tafelglas von zwei Quadratzoll, oder weniger, wenn man es für angemessen hält, dient am Ende des Rohrs als Unterlage, und hat zwei gegen einander rechtwinkliche Seitenbewegungen. Der Einsatz, in welchem die Vergröfserungsgläser sitzen, kann durch Zahnstange und Triebrad verschoben werden; doch müssen bei dieser Einrichtung die mikroskopischen Linsen sich durchaus genau in der verlängerten Axe der Röhre bewegen. Das Rohr besteht aus zwei in einander geschrobenen Stücken von gleicher Länge, wodurch, wenn sie von einander genommen sind, das ganze Instrument in einen Kasten von ungefähr 4 Quadratzoll eingepackt werden kann.

Vorausgesetzt, dafs die planconvexe Linse sich im gehörigen Abstand von der Unterlage befinde, kann man das Bild der Blendung leicht in die Ebene des Gegenstandes bringen. Man befestigt nämlich einen dünnen Draht mit etwas Wachs quer über die Oeffnung derselben, beobachtet einen auf die Glasplatte der Unterlage gelegten Gegenstand mit dem Mikroskop, und ändert die Entfernung der Blendung von der Linse mittelst der Schraube an ersterer so lange ab, bis das Bild des Drahts gleichzeitig mit dem Gegenstand auf der Glasplatte deutlich gesehen wird.

XVIII. *Neue Erfahrungen über die vereinte Wirkung des Stofses der Luft und des atmosphärischen Drucks; von Hrn. A. Quetelet.*

(Auszug aus der *Correspondance mathématique et physique. T. III. p.* 92.)

Wenn man einen Luftstrom senkrecht oder schief gegen eine ebene Fläche richtet, so prallt derselbe nicht unter dem Einfallswinkel zurück, sondern gleitet längs der Fläche hin, wo er leichte Körper, die in oder an ihn gerathen, mit fortreifst. In der Nähe des auf die Ebene gerichteten Stromes biegt sich die Flamme einer Kerze gegen den Punkt, auf welchen man bläst; weiterhin stellt sie sich senkrecht gegen die Ebene, noch weiter nimmt sie eine schiefe Richtung, aber nach entgegengesetzter Seite, an, und endlich legt sie sich der Ebene fast parallel *). Hält man die Flamme endlich in die Verlängerung der Ebene, so wird sie mit Gewalt in dieser Richtung fortgeblasen. Die Luftschicht, welche von dem Strome fortgetrieben wird, scheint eine sehr starke Adhärenz zu der Ebene zu besitzen, und man bemerkt, dafs sie anfangs sehr dünn ist, weiterhin sich aber mehr

*) Hr. Lipkens, Inspector beim Cadasterwesen in den Niederlanden, machte Hrn. Quetelet mit diesem Versuche bekannt; statt einer Flamme wandte derselbe auch den Rauch angezündeter Räucherkerzen mit Erfolg an. — Hr. Quetelet, der sich kürzlich auf einige Tage in Berlin aufhielt, hatte die Güte mir den Versuch zu zeigen; er gelang völlig so wie er im Text beschrieben ist. Lehrreich ist auch noch der Versuch, wenn man die Ebene fortläfst, und in's Freie neben einer Lichtflamme vorbeibläst. Die Krümmung der Flamme nach dem Strome hin und selbst in ihn hinein, wenn der Abstand nicht zu grofs ist, giebt einen augenfälligen Beweis von der Wirkung des atmosphärischen Drucks bei diesen Vorgängen. *P.*

ausbreitet. Trifft sie eine zweite Fläche, die mit der ersten einen rechten oder stumpfen Winkel bildet, so wird sie von dem Strom auch längs dieser Fläche hinweggeführt; ist der Winkel aber spitz, so geht der Strom hauptsächlich in Richtung der Kante, und ist er endlich grölser als 180°, so schreitet er nur in Richtung der ersten Fläche fort, ohne sich nach der zweiten umzubiegen.

Schiebt man ein Blatt Papier, das in der Mitte durchbohrt ist, auf die Düse eines Blasebalges, bläst nun mit diesem gegen die feste Wand, so begiebt sich das Papier augenblicklich gegen die letztere, selbst wenn es 12 bis 15 Linien von derselben entfernt war. Nimmt man dagegen, statt des beweglichen Papierblatts, eine befestigte Blechplatte, und stellt dem Strome gegenüber eine bewegliche Fläche auf, so wird die Annäherung der letzteren gegen die erste nur dann erfolgen, wenn sie, wie bei den Versuchen der HH. Clément und Thénard, einen geringen Abstand von dieser besitzt.

Um zu erfahren, welche Bewegungen die Luft zwischen zwei Flächen machen würde, deren Abstand grösser war, als der, bei welchem das Adhärenzphänomen noch auftritt, befestigte ich, sagt Hr. Q., die beiden Flächen. Ich war erstaunt zu sehen, dafs alsdann die Flamme einer Kerze in der Verlängerung der Ebene, gegen die ich bliefs, nur in einem sehr unmerklichen Grade fortgetrieben wurde, sobald deren Rand einige Zoll über die gegenüber stehende Fläche hervorragte. Es stellte sich nämlich dann eine zusammengesetzte Bewegung ein. Um diese besser zu beobachten, streute ich feinen Sand bald auf die eine, bald auf die andere dieser Platten, wie man es zur Hervorbringung der Chladni'schen Klangfiguren thut. Auf der kreisrunden Platte, die am Blasebalg befestigt war, sammelte sich der Sand am Rande und um die Oeffnung, zu welcher der Luftstrom heraustrat, concentrisch mit dem Umfang der Platte in einem kleinen Kreise. Au der gegenüber liegenden Platte dagegen häufte sich de

Sand concentrisch um den Punkt, auf welchen der Strom gerichtet war. Diefs scheint das Daseyn zweier Ströme zu erweisen, von denen einer durch die fortgeblasene Luft, der andere aber durch die äufsere, zwischen die Platten dringende, Luft hervorgebracht wird. Recht sichtbar wurde diese Bewegung gemacht, als ich einige Flaumfedern zwischen die Platten brachte. Sogleich bildete sich um den Strom und parallel den Flächen eine Art von Krone, welche eine sehr rasche drehende Bewegung annahm, wodurch die Federn nach einigen Augenblicken in sehr feinen Fäden aufgerollt wurden. Ich habe auch bemerkt, dafs man dieselben Erscheinungen, jedoch viel undeutlicher, mit einer einzigen Platte hervorbringen kann. Diese Bewegungen der Luft zwischen zwei festliegenden Platten sind recht merkwürdig, und es wäre vielleicht interessant, den Abstand zu bestimmen, bei welchen sie verschwinden, um dem Strome Platz zu machen, welcher, nach der Erklärung des Hrn. Clément, bei beginnender Adhärenz alleinig den Zwischenraum beider Platten ausfüllt *).

XIX. *Ueber die Streifen in einer flackernden Flamme; von Hrn. A. Quetelet.*

(*Correspond. mathemat. et phys. T. IV. p.* 329. Auszug.)

Wie bekannt, hat eine ruhig brennende Kerzenflamme die Gestalt eines Kegels, dessen leuchtende Hülle ein Continuum darstellt. Wenn die Flamme aber unruhig und flackernd brennt, was gewöhnlich geschieht, wenn der Docht etwas lang geworden ist, so wird sie im oberen Theile discontinuirlich, und dann bemerkt man daselbst

*) Man vergleiche dies. Ann. Bd. 86. S. 265. Bd. 91. S. 309, 493. und 496. P.

horizontale zackige Linien oder abwechselnd helle und dunkle Streifen, wobei zugleich der Rand der Flamme oben merklich gezähnt ist. Man kann diese Erscheinung auch an einer Argand'schen Lampe wahrnehmen, an der man, nach fortgenommenem Glascylinder, den Docht etwas weit in die Höhe geschoben hat. Das Flackern der Flamme scheint von einer durch die Länge des Dochts erhöhten Verflüchtigung des Talges herzurühren, die eine Erkältung bewirkt und dadurch die Verbrennung ungleichförmig macht, so dafs einige Theile entzündet sind, andere aber nicht. Das erwähnte Phänomen scheint von einer Abwechslung solcher Schichten herzurühren.

XX. *Ueber die Farben und prismatischen Spectra verschiedener Flammen; von Hrn. J. Herschel.*

(*Correspond. mathémat. et physiq. T. V. p.* 254. Diese Beobachtungen wurden Hrn. Quetelet von Hrn. Herschel als Zusätze zu seinem vortrefflichen Werke über das Licht mitgetheilt, mit dessen Uebertragung in's Französische Ersterer gegenwärtig beschäftigt ist.)

Die Flamme des Cyangases zeigt, bei Betrachtung durch eine schmale Oeffnung, eine Purpurfarbe mit grünlich gelber Einfassung. Durch ein Prisma betrachtet giebt sie ein Spectrum, welches auf eine ganz sonderbare Weise von mehreren dunklen Zonen durchschnitten ist. Diese Zonen sind im ganzen Spectrum ziemlich gleichförmig vertheilt, und die leuchtenden Theile zwischen ihnen sind von fast gleicher Helligkeit.

Die Flamme des in den Theatern gebräuchlichen Rothfeuers (welches man durch Verbrennung von salpetersaurem Strontian hervorbringt) zeigt zwei lebhafte rothe Farben. Das Spectrum, welches man mittelst des

Prisma's bekommt, enthält unzählig viele Unterbrechungen, allein das Merkwürdigste darin ist, eine ungemein helle Linie von lebhaftem Blau, die durchaus von allen übrigen unterschieden ist.

Die Flamme des in Joddampf brennenden Kaliums giebt auch ein besonders merkwürdiges Spectrum.

Das Licht eines in Fäulnifs übergehenden Hummers ist bläulich grün. Mit dem Prisma untersucht, erhält man ein Spectrum, welches aber zu schwach ist, als dafs man darin einen Farbenunterschied zwischen der Mitte und den Enden wahrnehmen könnte.

XXI. *Ueber das Magnetisirungsvermögen des violetten Strahls; von Hrn. F. Zantedeschi, Professor in Pavia.*

(*Bibliothèque universelle, T. XLI. p.* 64.)

Als der Prof. Morichini im J. 1812 seine Versuche über die magnetisirende Kraft des violetten Strahls bekannt gemacht, gab es nicht einen Physiker in Europa, der sie nicht wiederholen und abändern wollte; allein unglücklicherweise blieben alle Bemühungen der geschicktesten Männer ohne den Erfolg, den man zu erwarten berechtigt war. Daher ist es auch nicht auffallend, dafs mehrere der geachtetsten Gelehrten damals die Resultate des italienischen Professors in Zweifel zogen. Erst im Jahre 1826 gelang es der Madame Somerville, die von Jenem aufgestellte Thatsache, dafs der violette Strahl eine magnetisirende Kraft besitze, durch sehr entscheidende Versuche zu bestätigen *). Dessen ungeachtet wa-

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 82. S. 493., auch die Bd. 85. S. 505. u. ff. beschriebenen Versuche. — Der gegenwärtige Aufsatz des Hrn. Zantedeschi ist der erste, welcher seitdem die magnetisirende Kraft des violetten Lichts wieder zur Sprache gebracht hat. P.

ren die Physiker noch nicht zufrieden; sie konnten weder die erhaltenen Resultate nach Belieben hervorbringen, noch die Ursachen entdecken, welche sich dem Gelingen ihrer Versuche widersetzten. Dieser Zustand der Dinge bewog mich, eine Reihe von Versuchen zu unternehmen, in derselben Stadt, in der Hr. Prof. Configliacchi im J. 1813 schon seine merkwürdigen Versuche gemacht hatte. Nur mit grofsem Mifstrauen nahm ich eine Arbeit wieder vor, welche, wie mir schien, dieser Physiker mit einem bewundernswürdigen Scharfsinn zu Ende geführt hatte; indefs der Erfolg meiner Untersuchungen übertraf selbst meine Erwartungen. Ich werde nun die Methode, welche ich einschlug, und die Ursachen, welche die beabsichtigte Magnetisirung hindern können, kurz aus einander setzen.

Was die Methode betrifft, so leitete ich einen Sonnenstrahl mittelst eines Heliostaten in ein verdunkeltes Zimmer, liefs ihn ein horizontales Spectrum bilden, und legte dann in den violetten Strahl, senkrecht gegen den magnetischen Meridian, die Drähte, welche ich magnetisiren wollte, blofs mit ihren Enden hinein. Auf diese Weise erhielt ich folgende Resultate:

1. Ein wohl polirter Draht von weichem Eisen, 4 Zoll lang, $\frac{1}{4}$ Linie im Durchmesser, hatte nach fünf Minuten an dem in den violetten Strahl gelegten Ende einen Nordpol erhalten. Nach acht Minuten war dieser Draht eine vollständige Magnetnadel, mit recht deutlichen Polen.

2. Zwei, dem vorhergehenden völlig gleiche, Drähte weichen Eisens wurden auf dieselbe Weise dem weifsen Sonnenlichte ausgesetzt. Nach fünf Minuten hatten die beiden dem Lichte ausgesetzten Enden einen Nordpol erhalten, aber nur einen schwachen, der nach einigen Minuten wieder verschwand. Wie beim ersten Versuche hatte ich mich hier mit vieler Sorgfalt versichert, dafs die

angewandten Drähte vorher keinen merklichen Magnetismus besafsen.

3. Der violette Strahl kehrte die sehr deutlichen Pole eines Drahts von weichem Eisen um; und entwikkelte sie nach sechs bis sieben Minuten sehr merklich in einem andern Drahte, welcher gegen den Pol eines Magnetstabes eine sehr schwache Repulsion gezeigt hatte.

4. Als ich eine Magnetnadel mit einem ihrer Enden in den rothen, gelben, orangefarbenen und grünen Strahl legte, und nach sechs oder sieben Minuten die Natur und die Stärke ihrer Pole untersuchte, fand ich sie unverändert. Ich bemerkte auch von derselben Operation keine Wirkungen bei einer Nadel, die nicht merklich magnetisch gewesen war.

5. An einem mit einer Oxydschicht überzogenen und stark magnetisirten Eisendraht, der drei Minuten lang den violetten Strahl ausgesetzt gewesen, war der Südpol in einem Nordpol verwandelt.

6. Ein gut polirter und magnetisirter Draht von weichem Eisen, der mit beiden Enden dem violetten Strahl ausgesetzt wurde, erhielt nach 10 Minuten an jedem Ende einen Nordpol.

7. War der Draht oxydirt, geschah dasselbe innerhalb fünf Minuten. Sämmtliche Drähte hatten gleiche Dimensionen mit dem ersten.

Alle diese Versuche, welche bei mehrmaliger Wiederholung immer dieselben Resultate gaben, setzen die magnetisirende Kraft des violetten Strahls aufser allen Zweifel; allein ich mufs hinzufügen, dafs ich bei ihnen auf unvermeidliche Schwierigkeiten gestofsen bin, die mir die Ursachen des schlechten Erfolgs der Versuche mehrerer Physiker erklärlich gemacht haben. Ich werde hier nicht die Einzelheiten aufzählen, welche mich zu den allgemeinen Resultaten geführt haben; diefs würde zu weitläufig seyn und auch der Wissenschaft keinen Gewinn

bringen; ich begnüge mich daher die folgenden Beobachtungen anzugeben.

1. Drähte von einem schwefelhaltigen Eisen, ingleichem von einem zu sehr gehärteten Eisen, lassen sich nicht magnetisiren; doch habe ich dem letzteren noch zuweilen einen geringen Grad von Magnetismus ertheilen können.

2. Bei niedrigen oder wenig erhöhten Temperaturen, wie -6°, 0°, $+10^{\circ}$ R. erhält man nur eine zweifelhafte Magnetisirung, und umsonst versucht man bei ihnen die Pole eines Magneten umzukehren, wovon ich mich vergangenen Winter durch eine sehr lange Reihe von Versuchen überzeugt habe. Experimentirt man dagegen bei $+20^{\circ}$ C., wie es Mad. Somerville gethan, oder bei $+25^{\circ}$ und $+26^{\circ}$ R., wie ich selbst im Juni und Juli vorigen Jahres, so erhält man überraschende Resultate.

3. Drähte von etwas starkem Durchmesser erlangen nur schwierig einen deutlichen Magnetismus.

4. Führt man den violetten Strahl von der Mitte bis zum Ende einer Magnetnadel, so erhält man nur sehr schwache und ungewisse Wirkungen.

Ich beschliefse diese Notiz mit der Untersuchung, ob die Wirkung des violetten Strahles wohl chemischer Natur sey.

Man könnte diese Wirkung zunächst den schwachen (elektrischen) Strömen zuschreiben, welche vom rothen zum violetten Strahl gehen, und deren Daseyn ich mehrmals mittelst eines zweckmäfsig eingerichteten Multiplicators erkannt habe; allein, wenn sie die Ursache des Phänomens wären, müfste das in den violetten Strahl gebrachte Stück des Drahts wie bekannt einen Südpol annehmen, wogegen man gesehen hat, dafs es beständig einen Nordpol bekommt.

Man könnte auch glauben, dafs die Magnetisirung, um die es hier sich handelt, von der Temperaturdifferenz der verschiedenen Theile des Drahtes herrühre; allein

auch dann müfste, gemäfs den Gesetzen des Thermomagnetismus, ein Südpol an dem dem violetten Strahle ausgesetzten Ende entwickelt werden. Ueberdiefs müfste in dem Falle, dafs die Temperatur überall im Drahte gleich wäre, keine Magnetisirung zu Stande kommen, wogegen man gesehen (unter No. 6.), dafs dann an jedem Ende ein Nordpol erscheint. Auch bemerkte ich, dafs ich dieselben Wirkungen wie zuvor, nur in einem geringeren Grade, erhielt, als ich durch künstliche Mittel unter dem violetten Strahl eine niedrigere Temperatur als die der umgebenden Luft hervorbrachte.

Diese Betrachtungen führten mich auf den Gedanken, dafs der violette Strahl chemisch wirke. In dieser Meinung wurde ich bestärkt, als ich sah, dafs die Carburete und nicht die Sulfurete des Eisens Magnetismus erlangten; ferner, dafs die künstlich oxydirten Nadeln das erwähnte Phänomen schneller und stärker als die nicht oxydirten zeigten; und dafs das Magnetisirungsvermögen des violetten Strahls, je nach dem Grade der Temperatur, wuchs, abnahm und verschwand. Um über diesen letzten Punkt meine Ideen zu erweitern, versuchte ich, ob Kerzenlicht und Mondlicht ähnliche Wirkungen gäben. Nach Verlauf von drei Viertel Stunden erhielt ich eine schwache Magnetisirung bei einer Nadel, die dem violetten Strahl des Kerzenlichts ausgesetzt gewesen war; allein das Mondlicht gab keine Wirkung, doch mufs ich sagen, dafs bei diesem Versuche die Temperatur nicht über +5° R. war. Sobald ich diese Versuche in einer andern Jahreszeit wiederholt habe, werde ich die Resultate derselben bekannt machen.

Nach allem Diesen bin ich überzeugt, dafs die Physiker, wenn sie auf die angegebene Weise verfahren, eine Magnetisirung entstehen sehen werden, die zu ihrem Auftreten weder Italiens noch Englands Himmel, sondern nur der oben bezeichneten Vorsichtsmafsregeln bedarf. Sie werden auch sehen, dafs die so erhaltene Magnetisi-

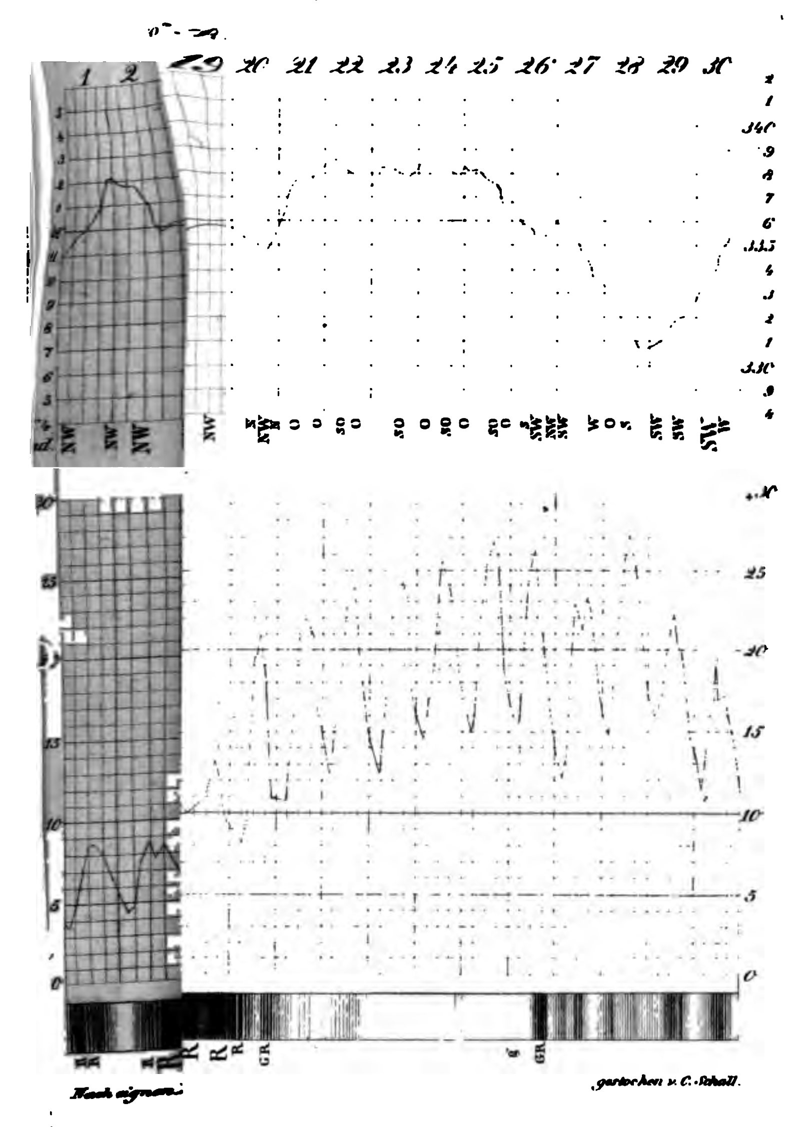
rung nicht vorübergehend, sondern bleibend ist, meine Drähte und Nadeln waren, wie ich mich zeugt habe, noch nach acht Monaten magnetisch.

XXII. *Notizen.*

Am 12. Juni d. J. hielt Hr. **Faraday** eine V sung in der Royal Institution, in welcher er von bisherigen Erfolg seiner, schon im vorigen Bd. S. erwähnten, Versuchen zur Erleichterung und Verbess der Flintglas-Fabrication Bericht erstattete. Ein Stüc in London erscheinenden Blattes »*The Athenaeum*« ches ich, der Güte des Hrn. Prof. **Schumacher** in A verdanke, theilt daraus einen Auszug mit, der aber gerade in der Beschreibung des von Hrn. F. angewa Verfahrens sehr mangelhaft ist. So viel geht darau vor, dafs Hr. F. seine Glasmasse aus Blei, Kieselerd Boraxsäure, wie es scheint ohne Zusatz irgend eine kali's, zusammengesetzt, und in Gefäfsen von Platin der Masse der Cornwaller Tiegel unter fleifsigem U ren schmilzt. Um die Durchlöcherung der Plating durch das Blei zu verhüten, wird dieses als salpet res Salz angewandt; auch scheint Hr. F. gefunden z ben, dafs das Platin vom Kohlenoxydgas angegriffen — Nachträglich habe ich noch auf Wunsch des Hrn. **Döbereiner** zu bemerken, dafs derselbe in seinen S ben an die HH. Profess. **Schweigger** und **Kastne** chemische Constitution des Flintglases aus Versehe richtig angegeben hat. Dieselbe ist nämlich nicht $+2\dot{P}b\dot{S}i^{2}$, sondern $\dot{K}\dot{S}i^{6}+2\dot{P}b\dot{S}i^{3}$. Für den Ka Kronglase berechnete ich, sagt Hr. Hofr. D., darum Kieselsäure, weil der Tafelspath $\dot{C}a\dot{S}i^{2}$ ist; aber man auch, wie ich durch Versuche gefunden, ohne die H genität des Glases zu stören, 3 Atome derselben ar den. Im letzteren Fall hätte man das Kronglas mi Formel: $2\dot{K}\dot{S}i^{6}$ (oder $2\dot{N}a\dot{S}i^{6}$) $+\dot{C}a\dot{S}i^{3}$ zu bezeicl

---

... zu Berlin.

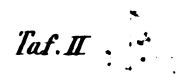


1 2 29 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30
340
335
330
NW
+30
25
20
15
10
5
0
R
GR
gestochen v. C. Schall.




Mergel
Sandstein
Meeres Bildung
Bröckel-Tuff
Stein-Tuff
Erdiger-Tuff
Vulkanische Bildung
Schlacken und Bimstein
Sandiger Mergel u. Thon
Travertino
Süßwasser Bildung
Brocken v. Kalkstein u. Basalt
Porta S. Pancratio
Porta Cavalleggieri
Porta Fabrica
S. Pietro
VATICAN
Janiculum
Valle d'inferno





Taf. II.

Fig. 7

Fig. 8



ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, SECHSTES STÜCK.

I. *Ueber die Construction und den Gebrauch der Zungenpfeifen; von Wilhelm Weber.*

Die Zungenpfeife, die ich hier betrachte, ist ein Luftcanal *ab*, der am einen Ende *a* offen, am andern Ende *b* verschlossen, und rings mit sehr soliden Wänden, z. B. aus 3 bis 4 Linien dickem Holze oder Metalle, umschlossen ist. Die feste Wand fehlt an einer Stelle *cd*. Statt ihrer ist daselbst eine elastische Platte von Metall angebracht, die nur mit ihrem Ende *d* durch Verbindung mit der dicken unerschütterlichen Wand *de* der Röhre fixirt ist. Mit den übrigen Rändern kann sie sich frei bewegen, ungeachtet sie die Oeffnung *cd* sehr genau verschliefst. Findet eine Differenz in der Dichtigkeit der Luft, welche sich auf der innern und äufsern Fläche dieser elastischen Platte befindet, statt, so giebt diese Vorrichtung einen Ton von sich, der zu musikalischen Zwecken, in der Orgel, vorzüglich aber als Normalton, auf welchen alle andere Töne sich reduciren lassen, benutzt werden kann.



Wie es nämlich bei Längenmessungen zweckmäfsig befunden worden ist, eine Normallänge ein- für allemal

Die Zungenpfeife besteht aus 3 Stücken, aus einem Luftcanale, aus einer elastischen Platte und aus einem Behälter von verdichteter Luft.

1) Der Luftcanal der Zungenpfeife.

Ich habe bis jetzt gewöhnlich cylindrische Röhren zum Luftcanal der Zungenpfeife angewandt; man kann aber auch dazu rechtwinklicht prismatische Röhren gebrauchen, und man hat dann sogar den doppelten Vortheil, dafs die Luftschwingungen in dieser Röhre, weil alle Schnitte senkrecht auf die Platte gleich sind, noch einfacher werden, und zugleich durch das Verhältnifs der Breite und Dicke der Röhre, die Stärke und der Klang (*timbre*) des Tones moderirt werden kann. — Die Wände müssen, damit sie nicht an den Schwingungen der Luft Theil nehmen, sehr dick, z. B. 3 bis 6 Linien dick, gemacht werden. Diese Röhre kann von Holz oder Metall seyn. Die Ränder aber, welche die Stelle begrenzen, wo die elastische Platte eingesetzt werden soll, müssen von Metall, ganz eben und parallel gearbeitet seyn. Im Zustande der Ruhe berührt diese elastische Platte *cd* diese Ränder nur bei *d*.

2) Die elastische Platte der Zungenpfeife.

Die elastische Platte *cd* der Zungenpfeife mufs aus einem sehr elastischen, gleichartigen, schwerer oxydirenden Metalle, wie Messing oder Neusilber, oder einer Legirung von Silber und Kupfer, verfertigt werden. Alle ihre Oberflächen müssen eben und parallel seyn. Für den Ton eingestrichen ā kann sie $\frac{1}{4}$ Linie dick, 6 bis 8 Mal breiter und 36 Mal länger seyn. Am besten ist es, wenn sie eben so breit wie der Luftcanal gemacht wird, so dafs sie vollkommen den Luftcanal schliefsen kann, ohne eine Friction an den Rändern seiner Wände zu erleiden. Weil ich cylindrische Röhren gewöhnlich ge-

braucht habe, mufste ich die Breite der elastischen Platte etwas kleiner als den Durchmesser der Röhre machen.

Diese cylindrische Röhre hatte ich an der Stelle, wo die Wand fehlte, mit einem messingenen Rahmen versehen, dessen Ränder eben und parallel abgeschliffen waren. Auf den einen der vier Ränder dieses Rahmens legte ich die elastische Platte mit ihrem zu fixirenden Ende, und befestigte dasselbe mit einem Ringe, der durch eine Schraube an die obere Fläche der Platte geprefst wurde. So wurde das Ende der elastischen Platte von unten und oben zwischen dem Metallrahmen und dem Metallringe fixirt. Siehe die Abbildung in den Annalen von 1828, im 11ten Stück.

3) Der Luftbehälter der Zungenpfeife.

Statt des Behälters von verdichteter Luft, wozu in Orgelpfeifen die mit dem Blasebalge in Verbindung stehenden Windladen dienen, kann man sich bei den Versuchen gewöhnlich des Mundes bedienen; jedoch ist eine Windlade mit Blasebalg vorzuziehen, weil die Dünste, die die ausgeathmete Luft enthält, die Wände der Röhre und die Flächen der Platte befeuchtet, und diese Feuchtigkeit die Platte in ihrer Schwingung etwas beschränken kann. Einer Windlade kann man auch eine beliebige Gröfse geben, und es ist gut, dafs diese nicht unbeträchtlich ist, weil sich dann die Verdichtung der Luft in ihr desto gleichförmiger erhalten kann.

In der eben beschriebenen Zungenpfeife kann nun bei jeder Differenz der Dichtigkeit der innern und äufsern Luft das Gleichgewicht, bei einer bestimmten Lage der Platte, bestehen, wenn sich nämlich die elastische Platte so weit nach innen beugt, dafs ihre Elasticität plus dem Drucke der innern Luft (welcher dem der Atmosphäre gleich ist) dem Drucke der äufsern Luft das Gleichgewicht hält; denn je mehr die Platte gebeugt wird, desto

gröfser ist ihre elastische Kraft, mit der sie in die natürliche Lage zurückzukehren strebt.

Wird die Platte aus dieser Lage des Gleichgewichts entfernt und darauf sich selbst überlassen, so fängt sie an zu schwingen, und jene Lage des Gleichgewichts wird zum Centrum dieser Schwingung, von dem aus die Platte nach entgegengesetzten Seiten gleich weite Excursionen macht

Durch diese Schwingungen der Platte entsteht ein Ton, der viel schwächer ist, wenn die innere (auf die innere Fläche der Platte) und äufsere (auf die äufsere Fläche der Platte drückende) Luft gleiche Dichtigkeit haben, als wenn die letztere bedeutend dichter ist; denn im letztern Falle kann diese verdichtete Luft jedesmal während des Augenblicks, wo die Platte, nach aufsen schwingend, den Rand der Röhrenwände verläfst, frei in die Röhre hineinströmen, und es wird dann jedesmal eine weit heftigere Erschütterung der Luft erfolgen, welche sich bis zum Ohr fortpflanzen und in demselben eine stärkere Empfindung hervorbringen wird.

Der Ton dauert daher in diesem Instrumente so lange mit gleicher Stärke fort, als die Verdichtung der Luft in der Windlade gleichförmig erhalten wird, und es ist folglich zur gleich starken Fortdauer des Tones in diesem Instrumente nicht, wie in andern Instrumenten, eine fortdauernde Erregung, das heifst, eine Reihe durch eine äufsere Kraft hervorgebrachter Stöfse (wie die Stöfse eines Violinbogens sind), nöthig.

Die *Stärke* des Tones hängt von dem Unterschiede der Dichtigkeit der äufsern und innern Luft, also von einem bekannten oder leicht auszumittelnden Umstande ab, und die Zungenpfeife könnte daher ein Mittel werden, die Intensität der Töne zu messen.

Statt endlich der Ton der Stimmgabel, wenn sie kleine Excursionen macht, etwas höher ist, als wenn sie grofse Excursionen macht, ist der Ton der Zungenpfeife

unabänderlich gleich hoch, wenn ihre Platte und Luftsäule der Bedingung genügen, dafs die eine die Schwingungen der Platte, bei einer Verstärkung derselben, eben so viel retardirt, als die andere sie accelerirt. Siehe die Abhandlung über die Compensation der Orgelpfeifen in den Annalen von 1828, im 11ten Stück.

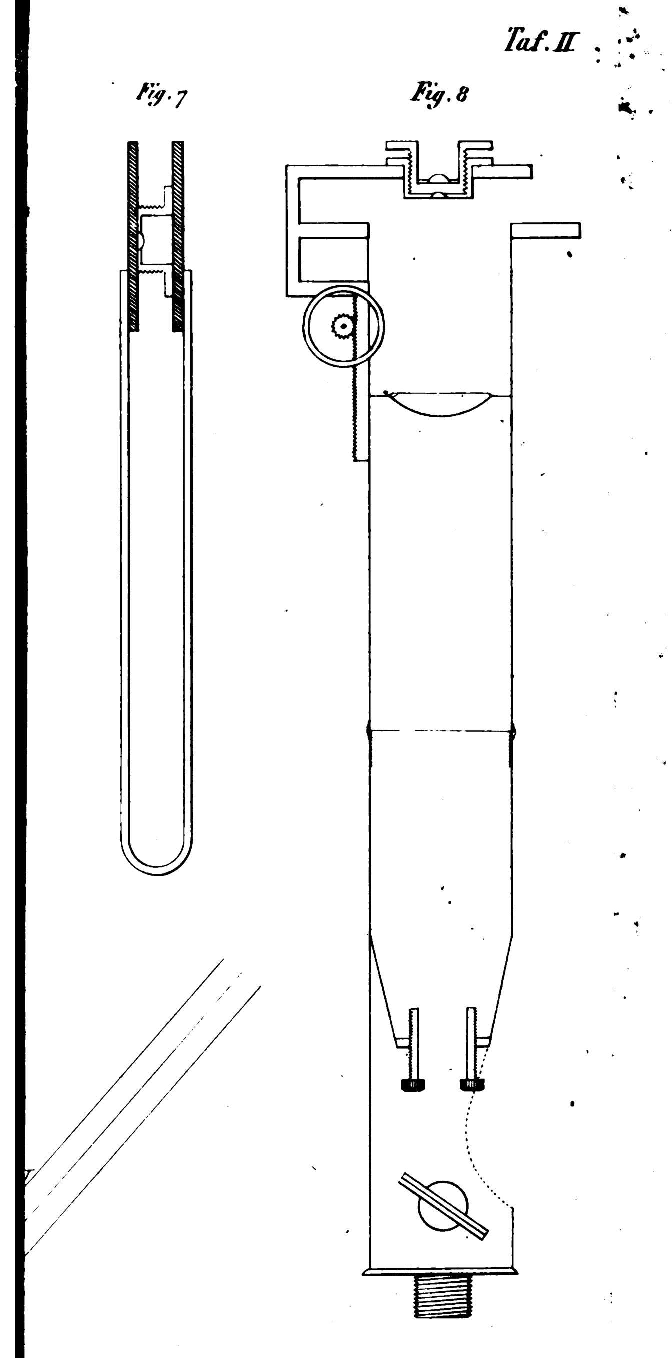
Aufser den Vorzügen, welche die Zungenpfeife besitzt, wenn man sich ihrer als Normalmaafs der Töne bedienen will, ist sie auch noch zu manchen besondern Untersuchungen brauchbar.

Es ist bekannt, dafs Daniel Bernoulli die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft mit Labialpfeifen gemessen hat; diese Versuche sind neuerlich von Dulong mit grofser Genauigkeit wiederholt und über alle Gasarten ausgedehnt worden, wodurch derselbe zu sehr merkwürdigen und einfachen Resultaten über die specifische Wärme der Gase gelangt ist *).

*) Der Globe vom 3. Juni 1829 enthält darüber folgenden Artikel, der hier unverkürzt stehen mag, da die Abhandlung von Dulong, die am 18. Mai in der Pariser Academie vorgelesen wurde, bis jetzt noch nicht erschienen ist.

Die elastischen Flüssigkeiten lassen sich in zwei verschiedene Zustände versetzen, welche ungleiche Wärmemengen erforderlich machen, wenn in derselben Masse dieselbe Temperaturveränderung hervorgebracht werden soll. Entweder findet bei ihnen eine freie Ausdehnung oder Zusammenziehung unter einem constanten Drucke statt, oder es bleibt ihr Volumen gleich und blofs die Elasticität verändert sich. Diesen beiden Zuständen, welche einzeln nur bei den elastischen Flüssigkeiten beobachtet werden können, entsprechen auch die beiden verschiedenen specifischen Wärmen, die bei constantem Druck, und die bei constantem Volumen. Unter diesem Gesichtspunkt betrachtet, ist die specifische Wärme der elastischen Flüssigkeit Gegenstand einer sehr ausgedehnten Arbeit von Laroche und Bérard gewesen, deren Resultaten nur durch einige in England gemachte und sehr unzulängliche Beobachtungen widersprochen worden ist. Indefs, wenn auch diese Beobachtungen nicht, wie es deren Urheber glaubten, beweisen, dafs alle elastische Flüssigkeiten, einfache und zusammengesetzte, bei gleichem Volumen dieselbe




Fig. 7
Fig. 8

ist beträchtlich lang. Bei Anstellung von Versuchen, wo man nicht so lange Pfeifen anwenden wollte oder könnte, lassen sich daher Zungenpfeifen statt Labialpfeifen gebrauchen, wo das Mundstück von der elastischen Platte gebildet wird. Denn man kann sich der Zungenpfeife auf eine Weise bedienen, wo das Mundstück sehr geringen Einfluſs auf den Ton hat, und selbst dieser geringe Einfluſs, weil er von der bekannten elastischen Kraft der Platte herrührt, in Rechnung gezogen werden kann.

In der folgenden Tabelle stelle ich einige Versuche zusammen, die ich mit Zungenpfeifen gemacht habe, um daraus die Geschwindigkeit des Schalles in atmosphärischer Luft zu bestimmen. Aus diesen Versuchen berechne ich die Geschwindigkeit des Schalles, indem ich vorläufig den Einfluſs des Mundstücks vernachlässige, und finde dessen ungeachtet auf diese Weise ein Resultat, welches von der wahren Geschwindigkeit des Schalles so wenig abweicht, daſs darnach der Einfluſs des Mundstücks unter den Verhältnissen, wo diese Versuche angestellt wurden, nur sehr gering ist. Ich werde in Zukunft auch die Regel geben, um noch die Correction wegen des Einflusses des Mundstücks zu machen. Hier habe ich bloſs, um die Geschwindigkeit des Schalles aus der Länge der Zungenpfeife zu bestimmen, die Luftsäule in der dazu angewandten Zungenpfeife als eine gedeckte Labialpfeife betrachtet, und habe daher ihre Länge mit der doppelten Zahl ihrer Schwingungen in 1 Secunde multiplicirt.

Tabelle von einigen Versuchen, die Geschwindigkeit des Schalles in der Luft durch Zungenpfeifen zu bestimmen.

Temperatur der Luft in der Pfeife 22° R., Länge $=14^{\text{lin.}},058$, Breite $=3^{\text{lin.}},0$, Dicke $=0^{\text{lin.}},337$ der eisernen Platte der Zungenpfeife, welche allein schwingend

1140 Schwingungen in einer Secunde macht. Weite der cylindrischen Luftsäule $=4^{lin.},3$.

Länge der Luftsäule.	Geschwindigkeit des Schalles, mit Vernachlässigung des Einflusses des Mundstücks berechnet.	Wahre Geschwindigkeit des Schalles.
$110^{lin.}$	$1032^{F.},7$	$1052^{F.}$
122	1030 ,4	
128	1036 ,6	

Ein anderer Gebrauch, den ich noch von der Zungenpfeife gemacht habe, betrifft die gemeinschaftliche Schwingung zweier mit einander verbundener Körper.

Jedermann weifs, dafs alle Körper, welche einen schwingenden Körper umgeben, mit schwingen, und es entstehen durch diese gemeinschaftlichen Schwingungen viele sehr unerwartete Erscheinungen.

Zum Beispiel, zwei Pendel, deren Schneiden auf eine und dieselbe Unterlage, z. B. auf eine und dieselbe Metallplatte, gesetzt werden, machen alle ihre Schwingungen gemeinschaftlich mit einander, wenn auch ihre Länge nicht vollkommen gleich ist.

Bei fast allen musikalischen Instrumenten weifs man, dafs ihr Klang, oder die eigenthümlichen Eigenschaften ihrer Töne, welche die Franzosen unter der Benennung *timbre* zusammenfassen, vorzüglich von den den selbsttönenden Körper umgebenden und mitschwingenden Theilen herrühre. Z. B. ändert sich der Klang einer Violine nicht, wenn man andere Saiten aufzieht; sobald man aber etwas an den blofs mitschwingenden Brettern der Violine abändert, so erhält die Violine einen ganz andern Klang. Ja die Dämpfung bei einer Violine wird blofs dadurch hervorgebracht, dafs man das Gewicht des Steges, über welchen die Saiten gehen, etwas schwerer macht, ohne die Saiten selbst im Geringsten zu berühren.

Diese auffallenden Erscheinungen zeigen sich nun ganz besonders bei Zungenpfeifen, wo die Luftsäule nicht

etwa der schwingenden Platte fortwährend einen gleichförmigen Widerstand entgegensetzt, sondern selbst mit in Schwingung geräth, und dadurch eine viel heftigere Rückwirkung auf die schwingende Platte hervorbringen kann.

Man kann daher die Zungenpfeife benutzen, diese Erscheinungen gemeinschaftlich schwingender Körper zu beobachten, indem man sie so einrichten kann, daſs die Wirkung dieser Vereinigung mehr in der Dauer der Schwingungen als im Klange der Töne wahrgenommen wird, welches den Vortheil hat, daſs man sie genau messen kann.

Es kommt z. B. der Fall vor, wo die elastische Metallplatte, um synchronisch mit der Luftsäule zu schwingen, die Dauer ihrer Schwingungen um das Doppelte ändert, das heiſst, eine einzige Schwingung in derselben Zeit macht, in welcher sie allein 2 Schwingungen gemacht haben würde; desgleichen kommt der Fall vor, wo dieselbe Platte 3 Schwingungen in derselben Zeit macht, in welcher sie allein nur 2 Schwingungen gemacht haben würde, und diese bedeutenden Aenderungen fanden selbst statt, wenn die Platte aus einem sehr elastischen Metalle, z. B. aus gehämmertem Messing oder gewalztem Eisen, und über $\frac{1}{3}$ Pariser Linie dick, 3 Linien breit und 14 Linien lang war, so daſs sie schon mehr einem Klangstabe als einem bloſsen Bleche glich.

Zum Beweise von diesen in einer Zungenpfeife stattfindenden Aenderungen der Dauer der Schwingungen einer Metallplatte, die synchronisch mit einer Luftsäule schwingt, stelle ich in folgender Tabelle einige Versuche zusammen, die ich hierüber angestellt habe.

Tabelle von Versuchen über Aenderung der Dauer der Schwingungen der Metallplatte einer Zungenpfeife durch das Mitschwingen einer Luftsäule.

Länge $=12^{\text{lin.}},6$, Breite $=2^{\text{lin.}},5$, Dicke $=0^{\text{lin.}},22$ der messingenen Platte der Zungenpfeife, welche allein schwingend 776 Schwingungen in einer Secunde machte Weite der cylindrischen Luftsäule $=4^{\text{lin.}},7$.

Erster Fall. Die äufsere Luft war dichter als die innere.

Länge der Luftsäule.	Dauer einer Schwingung, wenn die Luftsäule mitschwingt.	Dauer einer Schwingung der Platte allein.
$145^{\text{lin.}},5$	$0^{\text{sec.}},0019456$	$0^{\text{sec.}},0012978$
163	002060	
171	002184	
184 ,6	002312	
194 ,6	0024508	
200	0025956	
238	0013756	
315 ,4	0014566	
345	0015432	
368 ,2	0016354	
393 ,5	0017330	
420	0018348	
444	0019456	
472	0013756	
532 ,7	0014566	
582	0015432	
612	0016354	
650 ,4	0017330	

Zweiter Fall. Die äuſsere Luft war dünner als die innere.

Länge der Luftsäule.	Dauer einer Schwingung, wenn die Luftsäule mitschwingt.		Dauer einer Schwingung der Platte allein.
$185^{\mathrm{lin.}}$	$0^{\mathrm{sec.}}$,0007716		$0^{\mathrm{sec.}}$,0012978
196	0008177		
209	0008665		
219 ,7	0009174		
234	0009728		
257	001030		
271	001092		
289 ,6	001156		
334	0012254		
360	0009174		
377	0009728		
402	001030		
442 ,7	001092	$0^{\mathrm{sec.}}$,0008177	
474	001156	0008665	
502	0012254	0009174	
551 ,5	0012978	001030	

Die Mechanici Hoffmann in Leipzig und Oertling in Berlin führen diese Zungenpfeifen, wie sie zu diesen Versuchen passen, mit groſser Genauigkeit aus.

II. *Untersuchung über die Elasticität der regelmäſsig krystallisirten Körper; von Hrn. Felix Savart.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XL. p.* 1. *et* 113.)

Genaue Kenntnisse über das innere Gefüge der Körper hat man bis jetzt sich nur durch zwei Mittel verschaffen können, nämlich bei regelmäſsig krystallisirten Körpern, sie seyen durchsichtig oder nicht, durch die Spaltbarkeit;

bei blofs durchsichtigen Substanzen aber: durch die Abänderung in der Fortpflanzung des Lichts.

Durch das erste Mittel weifs man, dafs jeder krystallisirte Körper ein Verein ist von Lamellen, die gewissen Flächen des Krystalls parallel liegen; allein man erfährt dadurch nichts über die Kraft, mit welcher die Lamellen zusammenhangen, noch über die Elasticität derselben. Das zweite versichtbart Actionen, die von der Gestalt der Theilchen abhängig sind, und es hat deshalb zur Entdeckung von Phänomenen geführt, deren Daseyn man durch die Spaltbarkeit allein nicht würde vermuthet haben. Wiewohl aber durch diese beiden und durch einige andere weniger wichtigere Verfahrungsarten viele neue Ansichten und Kenntnisse in die Wissenschaft gebracht worden sind; so kann man dennoch sagen, dafs derjenige Theil der Physik, welcher von der Anordnung der Körpertheilchen und den aus ihr hervorgehenden Eigenschaften, wie Elasticität, Härte, Sprödigkeit, Geschmeidigkeit u. s. w., handelt, sich noch in der Kindheit befinde.

Die Arbeiten Chladni's über die Schwingungsweisen der Glas- und Metallplatten, so wie die von mir über denselben Gegenstand bekannt gemachten Untersuchungen, vor allem die, welche sich auf die Theilungsarten der Scheiben von einer fasrigen Substanz, wie Holz, beziehen, haben die Vermuthung erlaubt, dafs man durch dieses Mittel neue Kenntnisse über die Vertheilung der Elasticität in starren Körpern erlangen werde; allein man sah nicht deutlich ein, durch welches Verfahren man zu diesem Resultat gelangen könne, obgleich der zu befolgende Gang sehr einfach war.

Wenn gleich aber das Verfahren, welches wir sogleich beschreiben werden, an sich einfach ist, so hat es doch im Einzelnen eine Menge von Schwierigkeiten, die sich erst nach vielen Versuchen beseitigen lassen, und dadurch wird, wie ich hoffe, auch die Unvollkommen-

heit dieser Versuche, die ich übrigens nur als die ersten Umrisse einer ausgedehnteren Arbeit ansehe, einige Entschuldigung finden.

I. Beschreibung des Verfahrens bei diesen Untersuchungen.

Kreisrunde Scheiben, welche transversale Schwingungen machen, sind mehrerer Theilungsarten fähig. Bald theilen sie sich in eine mehr oder weniger beträchtliche, jedoch immer gerade, Anzahl gleichgroſser Sectoren, die ihre Schwingungen in gleicher Zeit vollbringen, und durch diametrale Knotenlinien getrennt sind; bald aber in eine mehr oder weniger groſse Anzahl concentrischer, durch kreisrunde Knotenlinien geschiedener, Zonen; und diese beiden Theilungsarten können sich mit einander combiniren, so daſs die daraus hervorgehenden Klangfiguren als Kreise erscheinen, getheilt durch diametrale Knotenlinien in gleiche Theile.

Wenn die Scheibe, welche man ertönen läſst, völlig homogen, kreisrund und überall gleich dick ist, so erhellt, daſs das System der diametralen Linien, falls es erscheint, jede mögliche Richtung haben könne, d. h. daſs seine Lage alleinig dadurch bedingt werde, welchen Punkt am Umfang der Scheibe man zum Erschütterungspunkt genommen hat, indem der unmittelbar erschütterte Punkt immer in der Mitte eines schwingenden Stückes liegt. Entstehen dagegen Kreise, so müssen dieselben, unter den vorausgesetzten Bedingungen, genau concentrisch mit dem Umkreis der Scheibe seyn. Diese Resultate sind eine nothwendige Folge der Symmetrie, welche man in der Gestalt und Structur der Scheibe vorausgesetzt hat.

Wenn aber diese Symmetrie gestört wird, alsdann ist klar, daſs die Stellung einer aus diametralen Knotenlinien bestehenden Klangfigur nicht mehr bloſs von der Lage des Erschütterungspunktes abhängt, und daſs, bei einer aus Kreisen zusammengesetzten Figur, die Kreislinien

nien verändert, z. B. elliptisch oder von einer noch verwikkelteren Gestalt werden. Eben so kann, auf einer elliptischen Scheibe, das System zweier sich rechtwinklich schneidender Knotenlinien nur eine einzige Lage annehmen, nämlich auf den Axen der Ellipse. Es giebt indefs eine zweite Lage, worin die diametrale Theilungsart möglich ist; allein dann wird sie in ihrer Form geändert, und den beiden Zweigen einer Hyperbel ähnlich, deren Hauptaxe der grofsen Axe der Ellipse entspricht; auch ist die Zahl der Schwingungen im letzteren Falle kleiner als im ersten, desto kleiner, je verschiedener die Axen der Ellipsen sind. Eine ähnliche Erscheinung bemerkt man, wenn man auf einer messingenen Kreisscheibe von gleichförmiger Dicke, auf der zuvor parallele Furchen bis zu einer gewissen Tiefe eingesägt worden sind, diese Theilungsart hervorzubringen sucht. Eine der sich kreuzenden Knotenlinien entspricht immer der Furche, die durch den Mittelpunkt der Scheibe geht, und das System der hyperbolischen Linien legt sich so, dafs dieselbe Furche zur Nebenaxe der Hyperbel wird. In beiden Fällen liegt mithin die Hauptaxe der Hyperbel immer in der Richtung, in welcher die Scheibe bei einer Beugung den kleinsten Widerstand leisten würde.

Man nehme nun an, die Scheibe sey völlig kreisrund und überall gleich dick, besitze aber in ihrer Ebene in zwei auf einander rechtwinklichen Richtungen einen ungleichen Grad von Elasticität; alsdann ist die Symmetrie um den Mittelpunkt, obgleich auf eine andere Weise wie in den vorhergehenden Beispielen, gestört, und man wird ebenfalls ein analoges Resultat erhalten müssen.

In der That, nimmt man eine solche Scheibe, z. B. eine parallel den Fasern geschnittene Holzscheibe, befestigt sie schwach in ihrem Mittelpunkt, und sucht nun auf ihr diejenige Theilungsart, welche aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien besteht, hervorzubringen, so findet man bald, dafs, wenn sie sich dem gemäfs ein-

theilt, die Knotenlinien immer die Richtungen des grösten und kleinsten Beugungswiderstandes annehmen; und dafs man dann, durch eine an den Enden der nämlichen Linien bewirkte Erschütterung, eine zweite Theilungsart hervorrufen kann, die in Gestalt einer sehr wenig gekrümmten Hyperbel auftritt, deren Nebenaxe mit derjenigen der sich kreuzenden Linien zusammenfällt, die der Richtung des gröfsten Beugungswiderstandes entspricht.

Mit einem Wort, wenn die Symmetrie um den Mittelpunkt gestört ist, gleichviel auf welche Weise, so kann diejenige Theilungsart, welche aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Knotenlinien besteht, nur in zwei bestimmten Richtungen auftreten; in einer derselben erscheint sie oft in Gestalt zweier mehr oder weniger gekrümmten Hyperbel-Zweige, doch kann auch, bei gewissen Vertheilungen der Elasticität, diese Theilungsart sich, in den beiden für sie möglichen Lagen, unter der Form zweier hyperbolischen Curven darstellen. Wenn man endlich in einer solchen Scheibe irgend eine der höheren, jedoch aus Diametrallinien bestehenden, Theilungsarten hervorruft, so zeigt der Versuch, dafs sie ebenfalls nur zwei unveränderliche Lagen annehmen können, und dafs sie gewisse Modificationen erleiden, analog denen, welche das System der zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien erfährt. Die feste und zweifache Lage, welche die Knotenlinien annehmen können, sind demnach die wesentlichen Kennzeichen der Kreisscheiben, deren Durchmesser nicht sämmtlich einerlei Elasticität und Cohäsion besitzen.

Aus dem Vorhergehenden folgt, dafs man, wenn man aus verschiedenen Substanzen Kreisscheiben von recht gleichförmiger Dicke geschnitten hat, aus der festen oder unbestimmten Lage einer aus diametralen Knotenlinien bestehenden Klangfigur erkennen könne, ob die Eigenschaften der untersuchten Substanz nach allen Richtungen gleich seyen. Wendet man diese Untersuchungsart au

Scheiben an, die aus verschiedenen regelmäſsig oder verworren krystallisirten Substanzen, z. B. aus einem Metalle, aus Schwefel, Bergkrystall, Kalkspath, Gyps u. s. w., geschnitten sind, so findet man immer, daſs die aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien gebildete Klangfigur nur in einer einzigen Lage auftreten kann; und daſs es eine zweite Lage giebt, für welche man zwei hyperbolische Linien erhält, begleitet in den verschiedenen Fällen von einem Tone, welcher von dem, der bei den sich kreuzenden Linien entsteht, mehr oder weniger verschieden ist. Man trifft auch Scheiben, welche nie die beiden geraden Linien geben, sondern stets zwei Systeme hyperbolischer Linien, die zuweilen einander ähnlich sind, aber dennoch von verschiedenen Tönen begleitet werden. Mit einem Wort, bis jetzt hat man noch keinen Körper gefunden, bei welchem eine und dieselbe Klangfigur sich in alle möglichen Lagen begeben könnte; und dieſs scheint anzudeuten, daſs es sehr wenige starre Substanzen gebe, welche nach allen Richtungen gleiche Eigenschaften besitzen. Noch auffallender ist es aber, daſs man aus einem und demselben Körper, z. B. aus einer Metallmasse, Scheiben nach verschiedenen Richtungen schneiden kann, von denen einige zwei rechtwinklich sich schneidende Knotenlinien geben, andere aber nur die zwei Systeme von hyperbolischen Curven. In beiden Fällen können die Töne der beiden Systeme sehr von einander abweichen, z. B. um ein Intervall von mehr als einer Quinte.

Um die Gesetze dieser Gattung von Phänomenen aufzufinden, muſs man sie zunächst in den einfachsten Fällen studiren, z. B. bei Körpern, deren, zuvor bekannte, Elasticität nur nach zwei Richtungen verschieden ist. Dieſs wäre der Fall bei einem Körper, den man aus abwechselnd geschichteten ebenen Scheiben von zweierlei Substanzen, die in der Ebene der Scheiben eine überall gleiche Elasticität besäſsen, zusammensetzen würde. Diese Bedingung ist mir aber sehr schwierig vorgekommen, weil

ich bis jetzt keinen Körper gefunden habe, dessen Elasticität nach allen Richtungen dieselbe gewesen wäre.

Nach dieser würde die einfachste Structur eines Körpers diejenige seyn, wo er aus cylindrischen und concentrischen Schichten von abwechselnd verschiedener Natur bestände, wie es der Fall ist bei einem knotenfreiem Baumzweige. Denn in der Ebene einer Scheibe, die aus einem solchen Cylinder senkrecht gegen seine Axe geschnitten ist, wird die Elasticität beinahe gleich nach allen Richtungen seyn, dagegen sehr abweichen von der, welche man parallel der Axe beobachtet. Wir werden also diesen Fall zuerst untersuchen, und dann zu dem übergehen, wo die Elasticität nach drei unter sich rechtwinklichen Richtungen ungleich ist. Letzteres würde der Fall seyn bei einem Körper, der aus ebenen, mit einander abwechselnden, Scheiben von zweierlei Substanzen bestände, deren Elasticität nach zwei unter sich rechtwinklichen Richtungen verschieden wäre. Das Holz erfüllt auch diese Bedingungen; denn da bei einem Stamme von sehr großem Durchmesser die Holzschichten, für wenige Grade des Umkreises, und wenn man nur Scheiben von kleinem Durchmesser herausschneidet, als beinahe eben betrachtet werden können, so läſst sich, wenigstens für die Gesammtheit der Erscheinungen, ohne merklichen Irrthum annehmen, daſs die Versuche mit einem nach drei unter sich rechtwinklichen Richtungen ungleich elastischen Körper angestellt sind, weil bekanntlich die Elasticität verschieden ist nach den drei Richtungen: parallel den Holzfasern, parallel dem Durchmesser des Stammes, und senkrecht auf beiden.

Von diesen beiden Fällen, den einfachsten, welche wir zu untersuchen haben, gehen wir zu den verwickelteren Erscheinungen über, welche regelmäſsig krystallisirte Körper, z. B. Bergkrystall und Kalkspath, darbieten.

II. Untersuchung des Holzes mittelst Schallschwingungen.

Man nehme an, dafs Fig. 1. Taf. III. einen hölzernen Cylinder vorstelle, dessen Jahrringe mit dem Umkreise concentrisch liegen, dafs *BCDE*, Fig. 2., eine durch die Axe *AY* des Cylinders gehende beliebige Ebene, und *nn'* eine Normale dieser Ebene sey. Klar ist dann, dafs die Scheiben, welche senkrecht auf *BCDE* und nach den Richtungen 1, 2, 3, 4, 5 u. s. w. um *nn'* herum geschnitten sind, ungleiche Erscheinungen zeigen müssen, weil sie alle die Axe der kleinsten Elasticität in ihrer Ebene enthalten, und der Beugungswiderstand in den Linien 1, 2, 3, 4, 5 in dem Maafse wächst, als diese sich dem Parallelismus mit der Axe *AY* der gröfsten Elasticität nähern.

Da in der Scheibe No. 1. Fig. 3., welche senkrecht auf der Axe *AY* steht, rings um den Mittelpunkt Alles symmetrisch ist, so mufs die aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien bestehende Theilung jede mögliche Richtung annehmen können, je nachdem dieser oder jener Punkt des Umkreises der Scheibe erschüttert worden ist. Diefs geschieht auch wirklich; allein es ist nicht mehr der Fall bei der Scheibe No. 2., welche um 22°,5 gegen die vorhergehende sich neigt. Bei dieser ist die Elasticität parallel der in der Ebene *BCDE* liegenden Linie *rs* ein wenig gröfser als parallel der auf dieser Ebene senkrechten Linie *nn'*, und diefs bewirkt, dafs die Knotenlinien sich in diese beiden Richtungen begeben. Da indefs der Unterschied sehr gering ist, so kann sich das System dieser beiden Linien noch verschieben, wenn man den Erschütterungsort verlegt; allein es verändert alsdann auch seine Gestalt ein wenig, und, wenn es sich um 45° von seiner früheren Lage entfernt hat, nimmt es die Gestalt zweier Hyperbelzweige an. Bei der Scheibe No. 3., die um 45° gegen die Axe *AY* neigt, ist der Unterschied zwischen den beiden Elasticitäts - Extremen

gröfser, und deshalb nimmt das System der beiden sich kreuzenden Linien eine ganz feste Lage an, oder es entfernt sich von dieser nur um einige Grade zur Rechten oder Linken; allein das hyperbolische System, dessen Scheitel a und b hier weiter von einander stehen als in No. 2., zeigt das Merkwürdige, dafs es sich stufenweise in ein rectanguläres System verwandelt, wenn man die Lage des direct erschütterten Punktes ändert.

Untersucht man sorgfältig den Gang der Knotenlinien in No. 2., so findet man, dafs die beiden Knotensysteme auch hier in einander übergehen können; und dasselbe Phänomen wiederholt sich bei der Scheibe No. 4., wo die Werthe der Elasticitäts-Extreme noch verschiedener sind, und wo die Punkte a und b sich zugleich um so mehr von einander entfernen, als die Curven geradliniger werden. Bei der Scheibe No. 5., welche der Axe AY parallel liegt, vermögen die Curven nur die in der Figur angegebene Lage einzunehmen. Mithin sind bei No. 1. die Mittelpunkte a und b in einem einzigen Punkt zusammengefallen, und es giebt daselbst nur eine einzige, aus zwei sich schneidenden Linien bestehende, Figur, die jede mögliche Lage annehmen kann; hierauf entfernen sich die Mittelpunkte stufenweise von einander, die Theilungsarten können in einander übergehen, und, wenn endlich die Zweige der Curve geradlinig zu werden suchen, nehmen die beiden Figuren eine ganz feste Lage an.

Das Daseyn der Punkte oder Nodalcentra a, b ist ohne Zweifel ein recht merkwürdiges Phänomen, welches weiter verfolgt zu werden verdient. Um davon eine richtige Idee zu geben, habe ich in Fig. 4. Taf. III. durch verschiedenartig punktirte Linien die Abänderungen angedeutet, welche die beiden hyperbolischen Curven erleiden, wenn, bei Befestigung der Scheibe in dem Punkte a oder b, der Erschütterungspunkt nach und nach, durch einen Viertelumkreis der Scheibe, von e nach e', e'' u. s. w

verlegt wird. Wenn die Erschütterung in der Nähe von e'' statt findet, gehen die Curven, durch Vereinigung ihrer Scheitel, in zwei sich rechtwinklich schneidende Linien über; und man begreift, dafs, wenn man die Scheibe um e''' herum erschütterte, alsdann die beiden Arme wieder erscheinen würden, jedoch mit der Abänderung, dafs die Hauptaxe jetzt die Lage einnimmt, welche früher die Nebenaxe besafs, als die Erschütterung auf der anderen Seite von e'' erregt wurde.

Was die Schwingungszahlen betrifft, welche bei den verschiedenen Neigungen der Scheibe gegen die Axe AY, den beiden Theilungsarten entsprechen. so sieht man bei Betrachtung der Fig. 3., dafs sie erstlich bei No. 1. einander gleich sind, darauf immer wachsen, und sich von einander entfernen, bis zu No. 5., welche die Axe des Cylinders enthält. Und in der That ist einzusehen, dafs diefs im Allgemeinen der Gang der Erscheinungen seyn müsse, wenn die Elasticität senkrecht gegen die Axe bei allen Scheiben gleich bleibt, während sie senkrecht gegen diese Richtung fortwährend wächst.

Dieser Versuch wurde mit 8,4 Centimeter grofsen und 3,7 Millimeter dicken Kreisscheiben von Eichenholz angestellt. Mit Büchenholz angestellt, gab er ähnliche Resultate, nur war, wegen des neuen Verhältnisses zwischen den beiden Elasticitäten, das Intervall zwischen den beiden Tönen einer jeden Scheibe gröfser.

Die allgemeinste Folgerung, welche sich aus den vorhergehenden Versuchen ableiten läfst, ist die: dafs im Holze, wo die Jahrringe fast concentrische Cylinderflächen bilden, die Elasticität nach allen Durchmessern eines gegen die Axe des Zweiges senkrechten Querschnitts beinahe gleich ist. Weiterhin werden wir sehen, dafs Scheiben von Kalkspath oder Bergkrystall, welche senkrecht gegen die Axe geschnitten sind, sehr selten diese Gleichförmigkeit in der Structur nach allen ihren Diametralen besitzen; obgleich die Modificationen, welche solche Schei-

ben dem polarisirten Lichte einprägen, rings um die Axe symmetrisch zum Vorschein kommen.

Da in dem eben untersuchten Falle zwei der drei Elasticitätsaxen einander gleich sind, so sind auch, wie man gesehen hat, die Erscheinungen ziemlich einfach. Diefs ist nicht mehr der Fall, wenn die drei Axen sämmtlich eine verschiedene Elasticität besitzen; alsdann ist durchaus nöthig, dafs man erstlich eine Reihe von Scheiben rings um jede dieser Axen schneide, dann eine vierte rings um eine gegen die drei Axen gleich geneigte Linie, und dann noch eine, rings um eine jede der Linien, welche den Winkel zwischen je zwei der drei Axen halbiren. Ungeachtet der grofsen Zahl von Resultaten, welche man auf diesem Wege erhält, erreicht man seinen Zweck doch bei weitem nicht, weil diese verschiedenen Reihen in keiner Verbindung stehen, und folglich diefs Verfahren keine deutliche Idee von der Gesammtheit der Umgestaltungen der Knotenlinien geben kann. Nichtsdestoweniger werde ich diesen Weg einschlagen, weil er mir einfacher als die übrigen erschienen ist, und weil er hinreicht, die Haupteigenthümlichkeiten dieser Gattung von Erscheinungen in ein klares Licht zu setzen.

Damit man leichter übersehen möge, wie die Linien, um welche ich die verschiedenen Reihen von Scheiben geschnitten habe, gegen einander liegen, und in welcher Beziehung sie zu den Ebenen der Holzschichten, so wie zur Richtung der Fasern dieser stehen, habe ich sie sämmtlich auf die Kanten eines Würfels AE, Fig. 5. Taf. III., bezogen, an welchem die Fläche $AXBZ$ den Holzschichten parallel und die Kante AX in Richtung der Fasern liegt, was erlaubt die drei Kanten AX, AY, AZ als die Elasticitätsaxen zu betrachten. Hierauf werde ich die Neigung der Scheiben einer jeden Reihe auf einer Ebene angeben, die auf der Linie, um welche die Scheiben geschnitten sind, senkrecht steht. Die Lage und der Umkreis dieser Ebene beziehen sich übrigens auf die natürlichen Flächen des Würfels.

Bevor ich aber die Phänomene, welche jede dieser Reihen darbietet, beschreibe, ist es nöthig, das Verhältnifs des Beugungswiderstandes parallel den drei Elasticitätsaxen in dem Holze zu bestimmen. Diefs läfst sich leicht dadurch bewerkstelligen, dafs man nach jeder der drei eben genannten Richtungen einen kleinen parallelepipedischen Stab von gleichen Dimensionen schneidet, und denselben in Schwingungen versetzt. Durch die Anzahl der Schwingungen, welche diese Stäbe für eine und dieselbe Theilungsart vollführen, kann man den Grad ihrer Elasticität auffinden, da sich bekanntlich bei einer transversalen Bewegung die Anzahl der Schwingungen wie die Quadratwurzel des Beugungswiderstandes, oder, was dasselbe ist, der Beugungswiderstand sich wie das Quadrat der Schwingungsanzahl verhält.

Die Figur 6. Tafel III. stellt die Resultate eines solchen Versuches dar, welcher mit demselben Stücke Büchenholz angestellt worden ist, aus dem ich alle weiterhin zu erwähnenden Scheiben geschnitten habe. Zur gröfseren Bestimmtheit habe ich in dieser Figur den Stäben eine parallele Richtung mit den Kanten AX, AY, AZ des Würfels Fig. 5. gegeben, und angenommen, dafs die Seiten der Stäbe den Würfelflächen parallel seyen. Zu bemerken ist, dafs jeder Stab für eine und dieselbe Theilungsart zwei Töne zu geben vermag, je nachdem die Erschütterung in Richtung ab oder in Richtung cd geschieht; wenn aber der Stab sehr dünn ist, so wird der Unterschied der beiden Tönen so gering, dafs man ihn vernachlässigen kann. Die Ansicht der Fig. 6. zeigt also, dafs der Beugungswiderstand in Richtung AZ geringer ist, als in den übrigen Richtungen; so dafs wenn man den Widerstand in ersterer Richtung $=1$ setzt, der nach AY $=2,25$, und der nach $AX=16$ wird *). Klar ist, dafs

*) Da Hr. Savart überall nur die Ton*intervalle* angiebt, so ist auf der Kupfertafel die französische Benennung der Töne: *ut*, *re*, *mi*, *fa*, *sol*, *la*, *si* beibehalten worden. P.

nach jeder andern Richtung die Elasticität zwischen denen steht, die in den eben betrachteten Richtungen stattfindet.

Erste Reihe. Scheiben, welche rings um die Axe *AY* und senkrecht gegen die Würfelfläche *AXBZ* aus dem Holze geschnitten wurden.

Bei den Scheiben dieser Reihe bleibt eine der Theilungsarten beständig dieselbe (Taf. III. Fig. 5. 7. und 8.). Sie besteht aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien, deren eine *ay* sich beständig auf die Axe *AY* der mittleren Elasticität begiebt. Obgleich aber dieses System stets unter der nämlichen Gestalt auftritt, so wird es doch bei den verschiedenen Neigungen der Scheiben nicht von einer gleichbleibenden Anzahl von Schwingungen begleitet. Diefs kann aber nicht anders seyn, weil der Einflufs der Axe der gröfseren Elasticität desto stärker hervortreten mufs, je mehr sich die Scheiben dem Parallelismus mit derselben nähern. Was das hyperbolische System betrifft, so erleidet es merkwürdige Veränderungen, welche davon herrühren, dafs die Linie *ay* für alle diese Scheiben die Axe der mittleren Elasticität bleibt, die Linie *cd* aber, welche in No. 1. die Axe der geringsten Elasticität ist, sich nach und nach in die der gröfsten Elasticität verwandelt, welche bei No. 6. in der Ebene der Scheibe liegt. Daraus folgt, dafs es eine gewisse Neigung geben müsse, für welche die Elasticitäten nach den beiden Richtungen *ay*, *cd* einander gleich sind. Diefs ereignet sich nun wirklich bei der Scheibe No. 3.; und diese Gleichheit läfst sich nachweisen, wenn aus dieser Scheibe, nach *ay* und senkrecht auf dieser Linie, zwei kleine Stäbe von gleichen Dimensionen schneidet. Versetzt man sie in eine und dieselbe Art von transversaler Schwingung, so geben beide einen gleichen Ton. Daraus, dafs die Elasticität in Richtung *ay* bald kleiner, bald

gröfser ist als in Richtung *cd*, folgt auch, dafs die Hauptaxe der hyperbolischen Knotenlinie ihre Richtung ändern müsse, um immer senkrecht gegen diejenige der Linien *ay*, *cd* zu bleiben, welche die gröfsere Elasticität besitzt. So wird in No. 1. und 2. die Linie *cd*, weil sie die geringere Elasticität besitzt, zur Hauptaxe der Hyperbel; während in No. 4., 5. und 6., wo die Elasticität nach *cd* gröfser ist als nach *ay*, die Hauptaxe der Hyperbel sich auf die letztere dieser beiden Linien legt. Da das Verhältnifs der beiden Elasticitäten sich nur allmälig ändert, so ist klar, dafs die Modificationen beim hyperbolischen System ebenfalls nur nach und nach eintreten können. Die Scheitel dieser Curven, die in No. 1. einen, von der Natur des Holzes bedingten, Abstand haben, nähern sich in den folgenden Scheiben immer mehr und mehr, bis sie in No. 3., bei einer gewissen Neigung der Scheibe, die beim eben erwähnten Versuch 45° betrug, bei einer andern Holzart aber um mehrere Grade verschieden seyn kann, zusammenfallen. Da, wo die Elasticitäten in Richtung der beiden Axen gleich sind, gehen die beiden Curven in zwei gerade Linien über, die sich rechtwinklig schneiden. Dann gehen sie auf's Neue aus einander, aber in einer Richtung, die senkrecht ist gegen die, in welcher sie sich vereinigt hatten. Die Töne des hyperbolischen Systems gehen fast denselben Gang, wie die des Systems der sich kreuzenden Linien, d. h. sie werden desto höher, je mehr sich die Scheiben dem Parallelismus mit der Axe der gröfseren Elasticität nähern. Es verdient aber bemerkt zu werden, dafs gerade bei der Scheibe No. 3., wo die Elasticität nach den beiden Richtungen *ay*, *cd* gleich ist, das gröfste Intervall zwischen den zwei Tönen vorhanden ist. Diefs rührt offenbar davon her, dafs die Elasticität in den beiden Richtungen *ay*, *cd* sehr verschieden ist von der, welche nach andern Richtungen in der Scheibe stattfindet.

Endlich ist zu bemerken, dafs bei den vier ersten

Scheiben der Ton des hyperbolischen Knotensystems höher ist, als der des geradlinigen Kreuzes, und dafs das Umgekehrte bei der Scheibe No. 6. stattfindet. Nothwendigerweise mufs es daher zwischen No. 4. und No. 6. eine Scheibe geben, deren beide Töne gleich sind, und diefs ist auch wirklich hier bei No. 5. der Fall, obgleich die beiden Theilungsarten derselben sehr von einander abweichen. Diese Scheibe zeigt auch noch das Merkwürdige, dafs ihre beiden Theilungsarten durch eine Veränderung in der Lage des Erschütterungspunkts nach und nach in einander umgewandelt werden können, so dafs sie, indem die beiden Punkte c und c' zwei Nodalcentra werden, sich in jeder Hinsicht unter den in Fig. 4. angedeuteten Bedingungen befindet.

Das Intervall zwischen dem tiefsten und höchsten Tone dieser Reihe war eine übermäfsige Sexte.

Fast überflüssig zu bemerken ist es, dafs Scheiben, welche nach den Richtungen I. II. III. (Taf. II. Fig. 7.) geschnitten sind, so dafs sie jenseits der Axe AX eine eben so starke Neigung wie die Scheiben 1, 2, 3, diesseits, besitzen, genau dieselben Erscheinungen darbieten, wie letztere. Auch gilt diese Bemerkung für die folgenden Reihen, mit deren Erwähnung wir uns hier begnügen.

Zweite Reihe. Scheiben um die Axe AZ der kleinsten Elasticität und senkrecht gegen die Ebene $CYAX$; Fig. 9. und 10. Taf. III.

Wie in dem Vorhergehenden besteht das eine Knotensystem der Scheiben dieser Reihe aus zwei geraden rechtwinklich sich schneidenden Linien. Die eine az entspricht der Axe AZ, und daraus folgt, dafs die andere als die Projection der beiden übrigen Axen auf die Ebene der Scheibe angesehen werden kann. Welche Neigung auch die Scheibe haben mag, mufs sie also doch in Richtung fg eine gröfsere Elasticität als in Richtung az besitzen, und deshalb kann das hyperbolische System die-

ser Reihe nicht die Umgestaltungen darbieten, welche die vorhergehende Reihe zeigte, wo *cd* Fig. 8. bald eine kleinere, bald eine gröfsere Elasticität als *ay* besafs. Für den gegenwärtigen Fall bleibt *az* immer die Axe der kleinsten Elasticität, und in Richtung *fg* wächst der Beugungswiderstand allmälig von der Scheibe No. 1. bis zu der der Ebene *AXBZ* parallelen Scheibe No. 6.; auch wird die Hyperbel in dem Maafse flacher als die Scheiben sich dem Parallelismus mit dieser Ebene nähern. Was die Töne betrifft, die jedem der beiden Knotensysteme entsprechen, so bemerkt man, dafs sie von No. 1. bis No. 6. stufenweise höher werden, und dafs der Ton des hyperbolischen Systems in einem Theile der Reihe höher ist, als der des Linien-Kreuzes, in dem andern Theile aber tiefer als derselbe. Es mufs demnach eine gewisse Neigung geben, bei welcher die Töne der beiden Systeme einander gleich sind, und offenbar würde diefs bei dem gegenwärtigen Versuch bei einer zwischen No. 4. und 5. liegenden Scheibe der Fall seyn.

Das Intervall zwischen dem tiefsten und höchsten Ton in dieser Reihe war eine übermäfsige Quinte.

Dritte Reihe. Scheiben um die Axe *AX* der gröfsten Elasticität und senkrecht gegen die Ebene *AYDZ*; Fig. 11. und 12. Taf. III.

Der Elasticitätszustand dieser Scheiben kann keine merklichen Verschiedenheiten von den früheren Reihen darbieten; denn da sie alle durch die Axe der gröfsten Elasticität gelegt sind, so können sie aufserdem nur die Axe der kleinsten, oder die der mittleren Elasticität, oder endlich intermediäre Axen zwischen diesen beiden, überdiefs nicht weit aus einander liegenden, Gränzen in ihrer Ebene enthalten. Man sieht auch, dafs die Theilungsarten sehr wenig von einander abweichen, und dafs die zu ihnen gehörigen Töne ziemlich geringe Unterschiede zeigen, obgleich sie übrigens höher werden, in dem Maafse als die Scheiben sich dem Parallelismus der mittleren Ela-

sticitätsaxe nähern. Hier, wie bei den früheren Reihen, besteht ein Knotensystem aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien, von denen die eine ax sich immer auf die Axe der gröfseren Elasticität begiebt, und zugleich zur Nebenaxe der hyperbolischen Curven wird, aus denen das zweite Knotensystem besteht. Ohne Zweifel sind diese Curven in den verschiedenen Scheiben nicht durchaus ähnlich; allein eine merkliche Verschiedenheit zwischen ihnen habe ich nicht wahrnehmen können, es sey denn, dafs, wie es mir schien, ihr Scheitel um eine sehr kleine Gröfse gegen einander rückten, in dem Maafse als die Scheiben sich dem Parallelismus mit der intermediären Axe näherten.

Vierte Reihe. Scheiben, um die Diagonale AD, und senkrecht gegen die Ebene $BCYZ$ geschnitten; Fig. 13. und 14. Taf. III.

Diese Scheiben zeigen weit verwickeltere Erscheinungen als die bisher beobachteten. Ausgenommen die erste und letzte Scheibe, ist keins der Knotensysteme aus geraden sich rechtwinklich durchkreuzenden Linien zusammengesetzt. Diefs beweist, dafs die letztere Art von Klangfiguren nur auf Scheiben, die wenigstens eine der Elasticitätsaxen in ihrer Ebene enthalten, zu Stande kommen kann, weil No. 2. 3. 4. 5., welche gegen die drei Axen geneigt sind, nur hyperbolische Linien darbieten, während No. 1., welche zwei der Elasticitätsaxen enthält, und No. 6., die eine derselben einschliefst, die geradlinige Theilungsart anzunehmen vermögen.

Weder die eine noch die andere Theilungsart bleibt in dieser Reihe für die verschiedenen Neigungen der Scheiben gleich. Das eine System, welches in der Scheibe No. 1. aus zwei sich kreuzenden Linien besteht, geht von hier ab allmälig in zwei hyperbolische Arme über, die sich in No. 6. fast in zwei parallele gerade Linien verwandeln. Das andere System zeigt in No. 1. die Gestalt zweier hyperbolischen Curven, die sich mit ihren

Scheiteln immer mehr und mehr nähern, bis sie in No. 6. zusammenstofsen, und dann als zwei gerade sich rechtwinklich schneidende Linien erscheinen. Dieser entgegengesetzte Gang in den Umänderungen der beiden Systeme ist von der Art, dafs es eine gewisse Neigung (No. 3.) giebt, bei der die beiden Theilungsarten einander gleich werden, obgleich die zu denselben gehörigen Töne sehr verschieden bleiben.

Wie in den früheren Reihen und aus denselben Gründen wird der Ton eines jeden Knotensystems in dem Maafse höher, als die Scheibe dem Parallelismus mit der Axe der gröfseren Elasticität näher kommt.

Fünfte Reihe. Scheiben, geschnitten um die Diametrale AE, und senkrecht gegen die Ebene rst; Fig. 5. Taf. III.

Unter allen Scheiben, die man um die Diametrale AE des Würfels, Fig. 5., schneiden kann, giebt es drei, von denen jede eine der Elasticitätsaxen enthält, und die wir also schon Gelegenheit hatten zu beobachten. So z. B. enthält die Scheibe No. 3. Fig. 8., welche durch die Diagonale AB und durch die Kante AY geht, die Diametrale AE in ihrer Ebene; dasselbe ist der Fall mit der Scheibe No 4. Fig. 10., welche durch eine der Diagonalen XY oder AC geht und senkrecht auf der Fläche $CYAX$ steht, so wie mit der Scheibe No. 3. Fig. 12., welche der Ebene $ADEX$ parallel liegt. Wenn also rst Fig. 15. eine auf der Diametrale AE senkrecht stehenden Linie ist und man die Umgestaltungen der Theilungsarten dieser Scheiben kennen lernen will, so reicht es hin, rings um AE, dessen Projection c ist, einige Scheiben, wie 2, 4, 6, Fig. 15., zu nehmen. Die No. 1. 2. 3. . . . Fig. 16. stellen diese so vervollständigte Reihe dar, und die punktirte Linie ac bezeichnet in allen die Richtung der Diametrale des Würfels.

Das durch voll ausgezogene Linien bezeichnete Knotensystem besteht bei No. 1. aus zwei sich schneidenden

Linien, von denen eine ay sich auf die Axe AY, und die andere sich senkrecht gegen dieselbe legt; bei No. 2. ist es in zwei hyperbolische Curven verwandelt, die bei No. 3., welche die Axe AX der gröſsten Elasticität enthält, durch Zusammenrücken der Scheitel, wieder in gerade Linien übergehen; bei No. 4. weichen diese Curven abermals und in gleicher Richtung wie bei No. 2. aus einander; hierauf verwandeln sie sich in No. 5., welche die Axe AZ der kleinsten Elasticität enthält, zum dritten Male in gerade Linien, und endlich nehmen sie in No. 6. auf's Neue die Gestalt zweier Hyperbelzweige an.

Die Umgestaltungen des punktirten Systems sind weniger verwickelt; in No. 1. erscheint es als zwei gerade, sich rechtwinklich durchkreuzende Linien, und in den folgenden Scheiben verwandelt es sich in zwei Hyperbelarme, die bis zu einer gewissen, etwa bei No. 3. liegenden, Gränze flächer werden, und hernach bei No. 5. und No. 6. mit ihren Scheiteln zusammenrücken, um auf's Neue in No. 1. zusammenzufallen.

Was den Gang der Töne dieser beiden Knotensysteme betrifft, so ist er im Allgemeinen sehr einfach und leicht im Voraus zu bestimmen. In der That giebt die Scheibe No. 5., welche die Axe AZ der kleinsten Elasticität in ihrer Ebene enthält, die tiefsten Töne in der ganzen Reihe; dann werden die Töne allmälig höher bis zu No. 3., welche die Axe AX der gröſsten Elasticität enthält, und darauf gehen sie wieder in No. 2. und 1. (welche letztere die Axe AY der mittleren Elasticität in ihrer Ebene enthält) ein wenig hinunter, um endlich in No. 6. und 5. wieder auf den Ausgangspunkt zurückzukommen.

Die Umgestaltungen der Knotenlinien auf den Scheiben dieser Reihe liefern einen Zusammenhang zwischen den drei um die Axen geschnittenen Scheiben-Reihen, und zeigen dadurch die Möglichkeit einer Bestimmung der Knotenflächen, deren Daseyn man in dem Innern eines

Kör-

Körpers mit drei rechtwinklichen Elasticitätsaxen voraussetzen kann, und deren Kenntnifs erlauben würde, die Theilungsarten einer gegen diese beliebig geneigten Kreisscheibe *a priori* zu bestimmen. Allein es ist klar, dafs man, um eine solche Arbeit zu unternehmen, sich auf Versuche mit einem Körper müfste stützen können, dessen Axen in aller Strenge gegen einander rechtwinklich wären, was beim Holze nicht der Fall ist.

Es bleiben uns jetzt noch zwei andere Reihen von Scheiben zu untersuchen übrig, eine geschnitten um die Diagonale AB, und die andere um die Diagonale AC; begreiflicherweise weichen aber die Gestalten der Knotenlinien, welche sie darbieten würden, so wenig von denen der vierten Reihe ab, dafs man sich füglich der Untersuchung derselben überheben kann.

Das Bisherige umfafst die Erscheinungen, welche im Allgemeinen bei Körpern mit drei rechtwinklichen Elasticitätsaxen beobachtet werden, und man kann die erhaltenen Resultate in folgende Sätze bringen.

1. Befindet sich eine der Elasticitätsaxen in der Ebene der Scheibe, so besteht eine der Knotenfiguren aus zwei graden, sich rechtwinklich schneidenden Linien, von denen eine sich immer jener Axe parallel legt; die andere Figur besteht aber aus zwei hyperbelähnlichen Curven.

2. Enthält die Scheibe keine der Axen in ihrer Ebene, so bestehen allemal beide Knotenfiguren aus hyperbolischen Curven, und niemals finden sich gerade Linien unter ihnen.

3. Die Anzahl der mit jeder Theilungsart verbundenen Schwingungen ist im Allgemeinen desto gröfser, je geringer die Neigung der Scheibe gegen die Axe der gröfsten Elasticität ist.

4. Die Scheibe, welche die Axen der gröfsten und mittleren Elasticität in ihrer Ebene enthält, giebt den höchsten Ton oder macht die meisten Schwingungen.

5. Die Scheibe, welche gegen die Axe der gröfsten Elasticität senkrecht steht, giebt den tiefsten Ton oder die wenigsten Schwingungen.

6. Wenn sich eine der Axen in der Ebene der Scheibe befindet, und die Elasticität senkrecht gegen diese Axe eben so grofs wie in derselben ist, so sind die beiden Knotensysteme einander ähnlich; beide bestehen dann aus einem rechtwinklichen Kreuze gerader Linien und liegen um 45° aus einander. In einem Körper, der drei ungleiche Elasticitätsaxen besitzt, giebt es nur zwei Ebenen, welche diese Eigenschaft besitzen.

7. Die Hauptaxe der Knotencurven stellt sich immer in die Richtung des kleinsten Beugungswiderstandes; und, wenn also in einer Reihe von Scheiben diese Axe die früher von der Nebenaxe behauptete Stellung einnimmt, so folgt daraus, dafs die Elasticität in dieser Richtung geringer als in der andern geworden ist.

8. Wenn ein Körper drei ungleiche Elasticitätsaxen besitzt, so giebt es in demselben vier Ebenen, in denen die Elasticität so vertheilt ist, dafs die mit diesen Ebenen parallelen Scheiben zwei gleiche Töne geben, und wenn man sie um zwei feste, von mir *Nodalcentra* genannte, Punkte dreht, ihre Theilungsarten allmälig in einander übergehen.

9. Die Schwingungsmengen sind nur indirect mit den Theilungsarten verknüpft; denn einerseits werden zwei einander ähnliche Knotenfiguren, wie No. 3. Fig. 8. und No. 3. Fig. 14. (Taf. III.) von sehr verschiedenen Tönen begleitet, und andererseits entstehen die nämlichen Töne bei sehr verschiedenen Figuren, wie es z. B. bei No. 5. Fig. 8. der Fall ist.

10. Endlich kann man aus den untersuchten Thatsachen noch eine allgemeinere Folgerung ableiten. Wenn eine Kreisscheibe verschiedene Eigenschaften nach verschiedenen Richtungen besitzt, oder, anders gesagt, ihre Theile nicht symmetrisch um den Mittelpunkt geordnet

sind; so wird die Lage der Theilungsarten, deren sie fähig ist, durch ihre Structur bedingt, und jede Theilungsart, für sich betrachtet, kann immer, indem sie jedoch mehr oder weniger beträchtliche Veränderungen erleidet, zwei ebenfalls bestimmte Lagen einnehmen, so dafs in heterogenen Kreisscheiben alle Theilungsarten gleichsam doppelt erscheinen.

Mit Hülfe dieser, freilich noch wenigen und unvollkommnen, Sätze kann man sich bis zu einem gewissen Punkte eine Idee von dem Zustande der Elasticität eines krystallisirten Körpers machen, wenn man denselben einer eben solchen Untersuchung unterwirft. Für den Bergkrystall werden wir diefs in dem folgenden Abschnitt unserer Arbeit zu unternehmen versuchen.

III. Untersuchung des Bergkrystalls mittelst Schallschwingungen.

Der Bergkrystall erscheint gewöhnlich in Gestalt einer sechsseitigen Säule, mit einer sechsseitigen Pyramide an beiden Enden (Fig. 1. Taf. IV.). Obgleich er sich auf gewöhnliche Weise nicht spalten läfst, so nimmt man doch der Analogie gemäfs an, dafs seine Grundform ein Rhomboëder sey, und zwar dasjenige, welches man erhalten würde, wenn der Krystall sich parallel drei nicht zusammenstofsenden Flächen, wie z. B. aXb, eXf, cXd, und ihren parallelen $a'Yb'$, $e'Yf'$, $c'Yd'$, spalten liefse. Die Richtigkeit dieser Induction wird übrigens durch den sehr einfachen Versuch, dafs man ein Bergkrystallprisma glühend macht und schnell erkalten läfst, bestätigt; denn, indem es hiebei zerspringt, bekommt man oft Stücke von rhomboëdrischer Gestalt.

Hievon ausgegangen, ist es klar, dafs Kreisscheiben, welche parallel oder senkrecht gegen die Axe, parallel einer spaltbaren oder nicht spaltbaren Fläche der Pyramide u. s. w. aus dem Krystall geschnitten sind, verschiedenartige Phänomene in Bezug auf Schallschwingungen

darbieten müssen, weil die Cohäsion und Elasticität in diesen Richtungen nicht gleich sind. Um die Untersuchung dieser Phänomene möglichst zu vereinfachen, haben wir daher aus verschiedenen Stücken Bergkrystall eine beträchtliche Anzahl kreisrunder Scheiben geschnitten, erstlich nach den verschiedenen Azimuthen einer auf der Axe senkrechten Ebene (Taf. IV. Fig. 2. und Fig. 2. *bis*); dann nach verschiedenen Azimuthen einer gegen zwei parallele Säulenflächen senkrechten und der Axe parallelen Ebene (Taf. II. Fig. 3. und Fig. 3. *bis*); und endlich nach verschiedenen Azimuthen einer durch die Axe und zwei gegenüberstehende Kanten des Krystalls gehenden Ebene (Fig. 4. und Fig. 4. *bis*).

Um diese Anordnung der Versuche zu rechtfertigen, ist es nöthig zu erweisen, erstlich, daſs die Elasticität des Krystalls nach allen Ebenen parallel den Flächen der sechsseitigen Säule gleich sey; ferner, daſs sie auch nach allen auf diesen Flächen senkrechten und der Axe parallelen Ebenen ebenfalls gleich sey, obgleich verschieden von der parallel den Säulenflächen; und endlich muſste ausgemittelt werden, ob die parallel den Pyramidenflächen aXb, eXf, cXd geschnittenen Scheiben gleiche Theilungsarten annehmen, und ob die, übrigens unter sich gleichen, Theilungsarten der Scheiben parallel den Flächen bXc, dXe, aXf, hievon verschieden seyen. Die Erfahrung hat gezeigt, daſs dieses wirklich der Fall ist, und daraus geht hervor, daſs alle Scheiben senkrecht auf einer Ebene, welche senkrecht gegen irgend zwei parallele Flächen des Prisma's steht und durch dessen Axe geht, bei gleichen Graden der Neigung gleiche Erscheinungen darbieten müssen, und dasselbe muſs auch der Fall seyn bei Scheiben, die senkrecht auf einer durch zwei gegenüberliegenden Kanten des Prisma's gelegten Ebene stehen. Alle von mir angewandten Scheiben haben eine Linie in der Dicke und 23 oder 27 Linien im Durchmesser; sie sind sehr sorgfältig bearbeitet und polirt, damit man die

optischen Phänomene, welche sie zeigen, mit denen, welche sie in Bezug auf Schallschwingungen darbieten, vergleichen könne. Obgleich sie von fünf bis sechs verschiedenen Krystallen aus verschiedenen Ländern genommen worden sind, so kann man sie dennoch als zu einem Krystalle gehörend ansehen; denn aus jedem Krystalle wurde eine gewisse Anzahl (gleichliegender) Lamellen geschnitten und mit einander verglichen, und dadurch überzeugte man sich, dafs Krystalle von sehr verschiedenem Ansehen, wie die von Madagascar und aus der Dauphinée, keine merklichen Verschiedenheiten in ihrer Structur darboten.

Bevor ich zur Beschreibung der Phänomene einer jeden Reihe von Scheiben übergehe, mufs ich bemerken, dafs die Linie xy in allen Figuren die Axe des Krystalls, sobald sie in der Ebene der Scheiben enthalten ist, oder wenn nicht, die Projection derselben, vorstellt; und dafs die Lage dieser Axe sehr sorgfältig bei jeder einzelnen Scheibe mittelst polarisirten Lichts bestimmt worden ist, so dafs man mit Hülfe dieser und der noch zu erwähnenden Angaben sich leicht die Lage einer jeden Scheibe in dem Krystall versinnlichen können wird.

Erste Reihe. Scheiben parallel der Axe des Krystalls.

Wenn wir zunächst die Scheiben I., V., IX., Fig. 2. und 2. *bis.* Taf. IV., welche den Säulenflächen parallel sind, betrachten, so finden wir, dafs sie genau dieselbe Theilungsart angenommen haben. Die eine Theilungsart, welche durch punktirte Linien bezeichnet ist, besteht aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Knotenlinien; die andere dagegen ähnelt zwei Hyperbelzweigen, denen die ersteren Linien als Axen dienen. Der Ton des ersten Systems ist *fa*, der des zweiten *re*♯ derselben Octave *).

*) Aus gleichen Gründen wie vorhin, und zur Verhütung von Mifsverständnissen, ist auch hier, im Text, wie in den Figuren, die französische Bezeichnung der Töne beibehalten. *P.*

In jeder Scheibe also, die parallel den Säulenflächen geschnitten ist, entspricht eine Knotenlinie des rectangulären Systems immer der Axe des Krystalls. Der Vorgang ist hier also derselbe, wie bei Scheiben, die aus parallelen Fasern zusammengesetzt sind, und wenigstens eine der Elasticitätsaxen in ihrer Ebene enthalten; allein dieſs ist nicht mehr der Fall bei den Scheiben III., VII., XI., welche zwar wie die vorhergehenden der Axe parallel sind, aber senkrecht stehen auf zwei gegenüber liegenden Säulenflächen. Statt eines rechtwinklichen Kreuzes und eines hyperbolischen Systems zeigen sie nämlich zwei hyperbolische Systeme, welche einander ganz ähnlich zu seyn scheinen, die aber dennoch von zwei sehr verschiedenen Tönen begleitet werden, das eine von *re*, das andere von *fa*♯ derselben Octave. Die Hauptaxen lm, $l'm'$ beider hyperbolischen Curven scheinen sich im Mittelpunkt zu kreuzen, und neigen um 51° oder 52° gegen einander, so daſs die Zweige der Hyperbeln sich schneiden. Zieht man durch den Mittelpunkt der Scheibe III. eine Linie op, die den Winkel zwischen den Axen lm, $l'm'$ halbirt, und errichtet in dieser Linie eine Ebene senkrecht auf der Scheibe, so ist diese Ebene parallel der Pyramidenfläche eXf (Fig. 1. Taf. IV.); bei der Scheibe VII. ist eine ähnlich gelegte Ebene parallel der Fläche aXb, und bei der Scheibe XI. parallel der Fläche cXd. Daraus geht hervor, daſs die sechs Pyramidenflächen nicht sämmtlich gleiche Eigenschaften besitzen, und daſs von ihnen die drei erwähnten eine wichtige Rolle bei der uns hier beschäftigenden Erscheinung spielen. Zu bemerken ist, daſs die Theilungsarten dieser Scheiben nicht ganz gleich sind mit denen der Scheibe No. 3. Fig 14. Taf. III., die keine der Elasticitätsaxen in ihrer Ebene enthält. Betrachtet man nun die Scheiben II., IV., VI., VIII., X., XII., welche zwischen den vorhergehenden und den mit den Säulenflächen parallelen Scheiben liegen, so findet man, daſs sie, sowohl in Bezug

auf die Knotenlinien der beiden Systeme, als auch in Bezug auf die Töne derselben, sich theils den erstern, theils den letzteren Scheiben nähern. Mithin besitzen in Bezug auf das hier angewandte Verfahren die mit der Axe parallelen Scheiben unter sich nicht gleiche Eigenschaften, wie in Bezug auf das Licht, gegen das sie sich, wie man weifs, genau auf einerlei Weise verhalten.

Obgleich diefs Resultat mehrmals richtig befunden worden, so war es dennoch wichtig, dasselbe aufs Neue zu prüfen. Diefs that ich auf folgende Weise. Ich nahm einerseits zwei Scheiben, wie I. und V., und andererseits zwei Scheiben, wie III. und VII., und nachdem ich sie so auf einander gelegt hatte, dafs ihre optischen Axen sich kreuzten, brachte ich folgweise jedes Paar in einen breiten, von einer schwarzen Glasplatte reflectirten Bündel polarisirten Lichts, und zwar so, dafs die Ebene der Scheiben senkrecht gegen die Strahlen standen, und ihre Axen einen Winkel von 45° mit der Polarisationsebene bildeten. Betrachtet man ein solches Scheibenpaar durch einen Turmalin, dessen Axe in der Polarisationsebene liegt, so sieht man, wie bekannt, zwei Systeme farbiger Hyperbeln, deren Farben beinahe in derselben Ordnung wie die der Newton'schen Ringe auf einander zu folgen scheinen. Es handelte sich also nur darum, die in beiden Fällen wahrgenommenen Erscheinungen mit einander zu vergleichen, um zu sehen, ob sie eine bisher noch unbeachtete Verschiedenheit darbieten würden; allein es war unmöglich irgend Etwas der Art zu bemerken. In der Meinung, dafs vielleicht eine beträchtliche Vermehrung in der Dicke der Scheiben einige wahrnehmbare Unterschiede herbeiführen würde, wiederholte ich den Versuch mit Bergkrystallstücken, die bis acht Centimeter dick waren; allein auch jetzt konnte ich Nichts entdecken, was angedeutet hätte, dafs sich die mit der Axe parallelen Scheiben nicht sämmtlich gleich gegen das Licht verhielten. Es folgt also daraus, dafs das, was

man mittelst des Lichts über die Structur der Krystalle erfährt, nicht von gleicher Ordnung ist mit dem, was sich mittelst Schallschwingungen entdecken läfst. Es scheint vielmehr, als zeige das letztere Verfahren vorzüglich die Elasticität und die Cohäsionskraft in den verschiedenen Richtungen aller Ebenen der integrirenden Theilchen an, während die Erscheinungen des Lichts mehr von der Gestalt der Theilchen und von deren Lage in Bezug auf ihren Schwerpunkt abhängen, so dafs sie bis auf einen gewissen Punkt unabhängig sind von der Vereinigungsweise der Lamellen des Krystalls.

Zweite Reihe. Scheiben, geschnitten um die Kante *ab*, Fig. 1. Taf. IV., nach verschiedenen Azimuthen der Ebene *mnXopY*, Fig. 3. Taf. IV., senkrecht gegen die Flächen No. 1. und No. 4. der Säule, und durch deren Axe gehend.

Eine der Theilungsarten bleibt bei allen Scheiben dieser Reihe beständig dieselbe (Fig. 3. *bis*. Taf. IV.); sie besteht aus zwei geraden sich rechtwinklich schneidenden Linien, von denen eine, *xy*, immer die Projection der Axe des Krystalls auf die Ebene der Scheibe ist. Die andere Theilungsart besteht aus zwei hyperbolischen Curven, welche verschiedene, von der Neigung der Scheiben gegen die Axe des Krystalles abhängige, Modificationen erleiden, und im Allgemeinen denen ähnlich sind, welche man bei den beiden ersten Reihen der zu einem Körper mit drei rechtwinklichen Elasticitätsaxen gehörigen Scheiben beobachtet.

No. 1. stellt die beiden Theilungsarten der auf der Axe *XY* senkrechten Scheibe vor; beide bestehen aus geraden Linien, oder wenn eine aus Curven gebildet ist, liegen deren Scheitel so nahe an einander, dafs sie zusammenzufallen scheinen. Da der Bergkrystall, in Bezug auf das Licht, ein Krystall mit einer Axe ist, so war die Vermuthung natürlich, dafs die Scheibe, um die es hier sich handelt, nach allen Richtungen in ihrer Ebene eine

iche Elasticität besitzen, folglich auch nur eine einzige
d jeder beliebigen Richtung fähige Theilungsart anneh-
en werde; allein dem ist nicht so, selbst wenn man
e Scheibe mit aller Sorgfalt geschnitten hat, und sie
h durch ihre optischen Eigenschaften als fast senkrecht
gen die Axe liegend erweist. Indefs ist das Intervall zwi-
hen den Tönen der beiden Systeme immer sehr klein
d bei verschiedenen Krystallen ungleich, so dafs es
türlicher ist, diese Verschiedenheit in der Elasticität
ner Unregelmäfsigkeit der Structur zuzuschreiben, als
zunehmen, dafs sie von einer bestimmten und regelmä-
igen Anordnung abhänge, um so mehr, da man bei
hr grofsen Krystallen, wie ich sie anwandte, sehr häu-
g, selbst mit blofsem Auge zu erkennende, Unregel-
äfsigkeiten in der Structur wahrnimmt.

Die Scheibe No. 2., welche um 78° gegen die Axe
eigt, bietet in der Anordnung dieser beiden Systeme
on Knotenlinien schon eine Verschiedenheit dar; das
ne derselben ist in zwei Hyperbelarme verwandelt,
elche bei der Scheibe No. 3., deren Neigung gegen
ie Axe 75° beträgt, noch flacher werden, hierauf in
o. 4. sich abermals nähern, und in zwei gerade sich
chtwinklich schneidende Linien übergehen. Die Scheibe
o. 4. neigt ungefähr um 51° gegen die Axe, und ist
so beinahe senkrecht gegen die Pyramidenfläche aXb
Fig. 1. Taf. IV.), da deren Neigung gegen die Säulen-
äche 140° 40′ beträgt.

Die Schwingungsmengen, welche bei No. 1. fast ein-
nder gleich waren, da diese Scheibe nur die Töne *re*
nd *re*+ gab, gehen immer mehr aus einander bis zur
cheibe No. 4., deren tiefster Ton *ut* und deren zweiter
as *Sol* der nämlichen Octave ist, obgleich ihre beiden
Theilungsarten einander gleich sind, wie bei No. 1. Den
Ton *ut*, welchen die eine Theilungsart der gegen die
Pyramidenfläche senkrechten Scheibe giebt, habe ich als
Normalton genommen und die Töne aller andern Schei-

ben auf ihn bezogen. Von der Scheibe No. 4. ab geht das veränderliche System abermals auseinander, aber in senkrechter Richtung gegen die frühere. Die dabei entstehenden Curven werden, indem sich ihre Scheitel von einander entfernen, immer flächer, und zugleich kommen die beiden Töne sich immer näher bis in No. 8., welche ungefähr um 12° gegen die Axe neigt. Hier hat das hyperbolische System aufgehört eine bestimmte Lage einzunehmen, und es kann, ohne dafs der Ton eine Aenderung erleidet, sich allmälig in das rectanguläre System verwandeln, welches die Axen desselben bildete, so dafs diese Scheibe sich genau in denselben Umständen befindet, wie No. 5. Fig. 8. Taf. III. In einem Bergkrystall giebt es also drei Ebenen, die der erwähnten ähnlich sind, weil die Erscheinungen, welche die rings um die Grundkante *ab* des Prisma's geschnittenen Scheiben darbieten, sich auch, wie ich mich überzeugt habe, bei denen finden, welche unter gleichen Neigungen um die beiden andern Kanten *cd*, *ef* geschnitten sind.

Jenseits No. 8. gehen die Töne wieder aus einander, und die Hyperbelzweige werden immer flächer bis zu No. 11., welche der zweiten Pyramidenfläche parallel ist. Hier ist der Abstand zwischen ihren Scheiteln gröfser als bei irgend einer andern Neigung der Scheiben, und der Ton des rectangulären Systems ist gleich mit dem der nämlichen Theilungsart bei No. 4., senkrecht gegen die Pyramidenfläche *aXb*. Von No. 11. ab bis zu der auf der Axe senkrechten Scheibe nähern sich endlich die Töne, eben so wie die Scheitel der hyperbolischen Curven aufs Neue, und gleichzeitig wie die beiden Systeme von Knotenlinien rectangulär werden, werden auch die Töne einander gleich.

Unter den eben untersuchten Scheiben giebt es zwei, die eine besondere Beachtung verdienen; es sind die den Pyramidenflächen *eXd* und *aXb* parallelen Scheiben No. 5. und 11., deren Elasticitätszustand ohne Zweifel

sehr verschieden ist, weil bei der einen das hyperbolische System, und bei der andern das rectanguläre System den tieferen Ton giebt, und überdiefs bei beiden zwischen den Tönen der zwei Systeme ein grofser Unterschied vorhanden ist. Da die Pyramidenflächen *aXb* und *cXd* einander gegenüber liegen, so mufs parallel der einen eine Theilbarkeit vorhanden seyn, parallel der andern aber nicht. Wenn man also wüfste, welche von den beiden Scheiben No. 5. und 11. Theilbarkeit besitzt, so könnte man mittelst ihrer Klangfiguren bestimmen, welche Pyramidenflächen den Flächen des Grundrhomboëders parallel liegen. Da sich der Bergkrystall in keiner Richtung regelmäfsig spalten läfst, so habe ich nicht geradezu bestimmen können, welche der beiden Flächen *aXb*, *cXd* theilbar sey; allein diese Aufgabe kann beim Eisenspath (*chaux carbonatée ferrifère*) gelöst werden, da darselbe sich eben so leicht wie der reine Kalkspath spalten läfst, und er überdiefs in Bezug auf Schallschwingungen im Allgemeinen ähnliche Eigenschaften wie der Bergkrystall besitzt. Wenn man aus einem solchen Krystalle zwei Scheiben schneidet, die eine parallel den natürlichen Flächen des Rhomboëders, und die andere parallel einer Fläche, die gleiche Neigung gegen zwei Rhomboëderflächen hat, und eben so stark wie diese gegen die Axe geneigt ist, so sieht man, dafs die erste gleiche Eigenschaften mit No. 11., die letztere dagegen gleiche Eigenschaften mit No. 5. besitzt. Daraus mufs man der Analogie nach schliefsen, dafs, von den beiden Pyramidenflächen, *aXb* (Fig. 1. Taf. IV.) die theilbare ist. Ist diefs einmal erwiesen, so braucht man, um unter den Pyramidenflächen die theilbaren aufzufinden, nicht mehr eine Scheibe parallel mit einer dieser Flächen zu schneiden; denn es ist klar, dafs eine mit der Axe parallele und auf zwei der Säulenflächen senkrechte Scheibe zu diesem Zwecke ausreichen wird. Denn, ist (Fig. 5. Taf. IV.) *abcdef* die Horizontalprojection der in Fig. 1. abgebil-

deten Säule, so wird, nach dem Gesagten, *rstv* die Projection des Grundrhomboëders seyn; und ist *ll'* die Projection einer der Axe parallelen und gegen die beiden Säulenflächen *a* und *f* gleich stark geneigten Scheibe, so wird nach dem oben Gezeigten diese Scheibe die Theilungsart III. Fig. 2. *bis* annehmen, und die Linie *op* parallel der auf dieser Scheibe senkrechten Ebene *rst* seyn, d. h. parallel einer Spaltungsfläche. Mithin reicht in einer Scheibe, die parallel der Axe und senkrecht auf zwei Säulenflächen ist, die Richtung dieser Linie hin, um unter den Pyramidenflächen die spaltbaren zu erkennen.

Zur Vervollständigung dessen, was sich auf die Umgestaltungen der Knotenlinien dieser Reihe von Scheiben bezieht, wäre es nöthig gewesen mit Genauigkeit zu bestimmen, welche Neigung gegen die Axe die zwischen No. 3. und No. 4. liegende Scheibe haben müfste, auf der die Scheitel der hyperbolischen Knotenlinien am weitesten von einander abstehen; da ich mir aber keinen recht reinen und regelmäfsig krystallisirten Bergkrystall in hinreichender Menge verschaffen konnte, so mufste ich mich begnügen, dieses Maximum des Abstandes bei einer andern Substanz zu bestimmen. Zu dem Ende wählte ich den Eisenspath, dessen Grundform, ein Rhomboëder, nur in den Winkeln von der des Bergkrystalls abweicht. Wie schon bemerkt, herrscht zwischen den Phänomenen, welche beide Substanzen in Bezug auf Schallschwingungen zeigen, eine so grofse Analogie, dafs man bei der einen das für gültig annehmen kann, was bei der andern sich findet. Es sey nun Fig. 6. Taf. IV. ein Eisenspath-Rhomboëder, *A* eine stumpfe Ecke desselben, und *ABCD* die der spaltbaren Pyramidenfläche des Bergkrystalls entsprechende Fläche. Die Diagonale *BD* ist dann die Linie, um welche man alle Scheiben geschnitten annehmen mufs, und diese sind also senkrecht auf *ACEG* (Fig. 7.), wo ihre Projectionen und ihre Neigungen gegen die Axe *AE* durch die Linien 1, 2, 3 ... angedeutet werden. Zunächst bemer-

haben eine gleiche Elasticität; wohl aber je drei derselben, die gleiche Winkel mit einander machen.

Drittens. Eine Scheiben-Reihe, die um eine der Grundkanten der Säule geschnitten ist, zeigt durchaus dieselben Umgestaltungen der Knotenlinien wie eine Scheiben-Reihe, welche, bei einem Körper mit drei ungleichen und rechtwinklichen Elasticitätsaxen, um die mittlere Axe geschnitten worden ist.

Viertens. Bei einer Scheiben-Reihe, welche auf einer der drei, durch zwei gegenüberstehende Kanten der Säule gehenden, Ebenen senkrecht ist, sind die Umgestaltungen der Knotenlinien im Allgemeinen analog denen einer Scheiben-Reihe, welche, bei einem Körper mit drei ungleichen und rechtwinklichen Elasticitätsaxen, um die Linie geschnitten ist, die den Winkel zwischen irgend zwei dieser Axen halbirt.

Fünftens. Mittelst der Klangfiguren einer Scheibe, welche, ungefähr der Axe, aber keiner Säulenfläche parallel, aus dem Bergkrystall geschnitten ist, kann man immer erkennen, welcher der Pyramidenflächen eine Theilbarkeit parallel geht. Zu demselben Resultate gelangt man durch die Beschaffenheit der Theilungsarten einer Scheibe, die ungefähr einer der Pyramidenflächen parallel geschnitten ist.

Sechstens. Welche auch die Richtung der Scheiben sey, so nimmt dennoch die optische Axe oder deren Projection auf die Ebene dieser Scheiben eine Lage ein, die innig mit der Anordnung der Klangfiguren verknüpft ist. Bei allen um eine der Grundkanten der Säule geschnittenen Scheiben z. B. entspricht die optische Axe oder deren Projection einer der beiden geraden Linien des aus einem rechtwinklichen Kreuze bestehenden Knotensystems.

Obgleich man zwischen den Ercheinungen beim Bergkrystall und denen bei einem Körper, dessen Elasticität nach drei unter sich rechtwinklichen Richtungen verschie-

der hervorzutreten, umspannen beim Bergkrystall
Bogen von 96° 0′ 13″ und kommen nicht ganz wie
zum Vorschein, weil solche Erscheinungen, wie v
bei einer um *ab*, Fig. 1. Taf. IV., geschnittenen
ben-Reihe beobachtet haben, sich für dieselben N
gen bei den beiden Scheiben-Reihen, welche ma
cd und um *ef* schneiden kann, wiederfinden, u
durch in der Nähe der auf der Axe *XY* senkr
Scheibe Alles zusammenfällt.

Dritte Reihe. Scheiben geschnitten um die Diagonale *ac*
Taf. IV.) und nach verschiedenen Azimuthen der Ebene *be′*
Fig. 4.

Diese Scheiben zeigen weit verwickeltere Ersch
gen als die vorhergehenden Reihen. Man sieht auc
diefs so seyn mufs. Denn da die Scheiben, welche z
zusammenstofsenden Pyramidenflächen parallel gehe
verschiedene Theilungsarten annehmen, folglich auch
sehr verschiedenen Elasticitätszustand besitzen; so n
auch die Scheiben, welche auf einer durch zwei
überliegende Kanten der Säule gehenden Ebene
recht sind, an den Eigenschaften beider Pyramidenf
Theil nehmen. Deshalb zeigen auch die Scheiben, v
auf zwei gegenüberstehenden Flächen der Säule
recht stehen und durch deren Axe gehen, eine A
nung der Knotenlinien, auf welche die Richtung d
einer der Pyramidenflächen parallelen Spaltungse
einen beträchtlichen Einflufs ausübt.

In den Scheiben dieser Reihe (Taf. IV. Fig. 4
ist keine der beiden Theilungsarten unveränderlich.
noch habe ich, damit man sie leicht unterscheiden k
die eine durch punktirte, und die andere durch v
gezogene Linien bezeichnet; und um bei allen Sc
die Projection *xy* der Axe *XY* (Fig. 1. Taf. IV.
behalten zu können, habe ich hier angenommen, de
stall sey so weit gedreht, dafs seine Kante *be′* vorn

haben eine gleiche Elasticität; wohl aber je drei derselben, die gleiche Winkel mit einander machen.

Drittens. Eine Scheiben-Reihe, die um eine der Grundkanten der Säule geschnitten ist, zeigt durchaus dieselben Umgestaltungen der Knotenlinien wie eine Scheiben-Reihe, welche, bei einem Körper mit drei ungleichen und rechtwinklichen Elasticitätsaxen, um die mittlere Axe geschnitten worden ist.

Viertens. Bei einer Scheiben-Reihe, welche auf einer der drei, durch zwei gegenüberstehende Kanten der Säule gehenden, Ebenen senkrecht ist, sind die Umgestaltungen der Knotenlinien im Allgemeinen analog denen einer Scheiben-Reihe, welche, bei einem Körper mit drei ungleichen und rechtwinklichen Elasticitätsaxen, um die Linie geschnitten ist, die den Winkel zwischen irgend zwei dieser Axen halbirt.

Fünftens. Mittelst der Klangfiguren einer Scheibe, welche, ungefähr der Axe, aber keiner Säulenfläche parallel, aus dem Bergkrystall geschnitten ist, kann man immer erkennen, welcher der Pyramidenflächen eine Theilbarkeit parallel geht. Zu demselben Resultate gelangt man durch die Beschaffenheit der Theilungsarten einer Scheibe, die ungefähr einer der Pyramidenflächen parallel geschnitten ist.

Sechstens. Welche auch die Richtung der Scheiben sey, so nimmt dennoch die optische Axe oder deren Projection auf die Ebene dieser Scheiben eine Lage ein, die innig mit der Anordnung der Klangfiguren verknüpft ist. Bei allen um eine der Grundkanten der Säule geschnittenen Scheiben z. B. entspricht die optische Axe oder deren Projection einer der beiden geraden Linien des aus einem rechtwinklichen Kreuze bestehenden Knotensystems.

Obgleich man zwischen den Ercheinungen beim Bergkrystall und denen bei einem Körper, dessen Elasticität nach drei unter sich rechtwinklichen Richtungen verschie-

von Scheiben befolgen, ist weit einfacher, als der der Knotenlinien. Die des punktirten Systems werden anfangs tiefer, von der Scheibe *A* ab bis zur Scheibe *E*, die um 51° gegen die Axe neigt und den Ton *ut* angiebt, wie die Scheibe No. 4. Fig. 3. *bis*, welche die nämliche Neigung gegen die Axe hat. Hierauf steigt der Ton dieses Systems stufenweise bis zu der mit der Axe parallelen Scheibe *N*, wo er seine gröfste Höhe erreicht. Was die Töne des andern Systems betrifft, so sieht man, dafs er stufenweise steigt bis zu der auf der Axe senkrechten Scheibe *K*, wo beide Systeme gerade sich rechtwinklich schneidende Linien sind, und dafs er darauf wieder sinkt bis zu der mit der Axe parallelen Scheibe *N*. Klar ist, dafs man die Scheiben *A'*, *B'*, *C'*, *D'* Fig. 4. nicht zu untersuchen braucht, weil sie gleiche Erscheinungen, wie ihre entsprechenden *A*, *B*, *C*, *D* zeigen müssen; nur ist, was in den Scheiben *BCD* zur Rechten liegt ist, in den Scheiben *B'*, *C*, *D'* links gewendet.

Es giebt in dieser Reihe keine Theilungsart, die nicht einer von denen analog wäre, welche wir bei Körpern mit offenbar drei rechtwinklichen Elasticitätsaxen angetroffen haben; doch zeigen die eben beschriebenen Umgestaltungen, in ihrer Gesammtheit betrachtet, Eigenthümlichkeiten, welche bei der vierten Reihe der Holzscheiben, Fig. 14. Taf. III., nicht vorhanden sind. Das Auffallendste besteht darin, dafs bei den Umgestaltungen dieser letzteren Reihe keins der Systeme, mit Ausnahme des ersten und letzten, rectangulär ist, während im Bergkrystall diese Theilungsart auftreten kann.

Uebersicht der Resultate.

Erstens. In allen Diametralen irgend einer auf der Axe des Bergkrystalls senkrechten Ebene kann die Elasticität als beinahe gleich angesehen werden.

Zweitens. Nicht alle der Axe parallelen Ebenen ha-

haben eine gleiche Elasticität; wohl aber je drei derselben, die gleiche Winkel mit einander machen.

Drittens. Eine Scheiben-Reihe, die um eine der Grundkanten der Säule geschnitten ist, zeigt durchaus dieselben Umgestaltungen der Knotenlinien wie eine Scheiben-Reihe, welche, bei einem Körper mit drei ungleichen und rechtwinklichen Elasticitätsaxen, um die mittlere Axe geschnitten worden ist.

Viertens. Bei einer Scheiben-Reihe, welche auf einer der drei, durch zwei gegenüberstehende Kanten der Säule gehenden, Ebenen senkrecht ist, sind die Umgestaltungen der Knotenlinien im Allgemeinen analog denen einer Scheiben-Reihe, welche, bei einem Körper mit drei ungleichen und rechtwinklichen Elasticitätsaxen, um die Linie geschnitten ist, die den Winkel zwischen irgend zwei dieser Axen halbirt.

Fünftens. Mittelst der Klangfiguren einer Scheibe, welche, ungefähr der Axe, aber keiner Säulenfläche parallel, aus dem Bergkrystall geschnitten ist, kann man immer erkennen, welcher der Pyramidenflächen eine Theilbarkeit parallel geht. Zu demselben Resultate gelangt man durch die Beschaffenheit der Theilungsarten einer Scheibe, die ungefähr einer der Pyramidenflächen parallel geschnitten ist.

Sechstens. Welche auch die Richtung der Scheiben sey, so nimmt dennoch die optische Axe oder deren Projection auf die Ebene dieser Scheiben eine Lage ein, die innig mit der Anordnung der Klangfiguren verknüpft ist. Bei allen um eine der Grundkanten der Säule geschnittenen Scheiben z. B. entspricht die optische Axe oder deren Projection einer der beiden geraden Linien des aus einem rechtwinklichen Kreuze bestehenden Knotensystems.

Obgleich man zwischen den Ercheinungen beim Bergkrystall und denen bei einem Körper, dessen Elasticität nach drei unter sich rechtwinklichen Richtungen verschie-

den ist, ohne Zweifel eine großse Aehnlichkeit entdeckt, so mufs man dennoch zugeben, dafs, in Bezug auf das bei diesen Untersuchungen gebrauchte Verfahren der Bergkrystall nicht zu den Körpern mit drei ungleichen und rechtwinklichen Elasticitätsaxen gezählt werden könne, und noch viel weniger zu denen, deren Theile rings um eine einzige Linie symmetrisch angeordnet sind. Denn es treten hier immer in drei verschiedenen Richtungen dieselben Erscheinungen auf, und es scheint, als beziehe sich hier Alles auf verschiedene Spaltungsrichtungen, auf die Flächen und auf die Kanten des Grundrhomboëders. So besitzen alle Scheiben, welche den natürlichen Flächen der sechsseitigen Säule parallel geschnitten sind, gleiche Eigenschaften, und diese Eigenschaften sind sehr verschieden von denen, welche der Axe parallele, aber auf den Säulenflächen senkrechte, Scheiben zeigen. Eben so geben die Scheiben, welche den spaltbaren Pyramidenflächen parallel liegen, gleiche Töne und gleiche Klangfiguren; wogegen die Scheiben, welche den übrigen Pyramidenflächen parallel sind, andere Figuren liefern. Aus dieser Identität der Erscheinungen in drei bestimmten Richtungen scheint hervorzugehen, dafs es im Bergkrystall drei Systeme von Elasticitäts-Axen oder -Hauptlinien giebt.

Aber welche Richtungen würden, unter diesem Gesichtspunkte, die drei Axen besitzen? Bis zu einem gewissen Punkte läfst sich diefs bestimmen, wenn man die Erscheinungen des Bergkrystalls mit denen beim Holze beobachteten vergleicht. Denn alle Scheiben, welche um eine der von den Pyramiden- und Säulenflächen gebildeten Kanten geschnitten sind, geben ein Knotensystem, bestehend aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien, von denen eine immer jener Kante entspricht; und da die Umgestaltungen der Knotenlinien durchaus analog sind denen einer Scheiben-Reihe, welche aus dem Holze um die mittlere Elasticitätsaxe geschnitten ist; so folgt,

dafs diese Kante, welche weiter nichts als die grofse Diagonale des Hauptrhomboëders ist, für die mittlere Elasticitätsaxe angesehen werden mufs.

Da ferner das Maximum des Flachwerdens und Auseinandergehens der Zweige der hyperbolischen Knotenlinie, bei der, einer spaltbaren Pyramidenfläche parallelen, Scheibe No. 11. Fig. 3. *bis* (Taf. IV.) eintritt, und diese Scheibe zugleich eine Gränze für die entstehenden Töne ist; so ist die Annahme natürlich, dafs auch sie in ihrer Ebene eine Elasticitätsaxe enthalte. Diese Axe kann nur der zweiten Linie des Kreuzes entsprechen, d. h. der, welche der Hyperbel als Nebenaxe dient, und welche zugleich die kleine Diagonale der Fläche des Grundrhomboëders ist. Diese Linie kann demnach als die Axe der gröfseren Elasticität von jedem System angesehen werden.

Da endlich die Scheibe, welche der die Rhomboëderfläche in ihrer grofsen Diagonale schneidenden Diagonalebene parallel liegt, ebenfalls ein Maximum des Auseinanderweichens der Hyperbel-Scheitel liefert, so folgt daraus, dafs diese Ebene die Axe der kleinsten Elasticität enthält, und zugleich, dafs diese Axe senkrecht steht auf der mittleren Elasticitätsaxe, und mit der gröfsten Elasticitätsaxe einen Winkel von 57° 40′ 13″ bildet, weil diefs die Neigung der Rhomboëderfläche gegen die Diagonalfläche ist.

Mithin sind, erstlich die Axen der gröfsten und mittleren Elasticität, senkrecht auf einander stehend, in der Ebene der Rhomboëderfläche enthalten, und zweitens, befinden sich die Axen der mittleren und kleinsten Elasticität in der Diagonalfläche, ebenfalls senkrecht auf einander *).

*) Wie sich aus dem Vorhergehenden ergiebt, versteht Hr. Savart unter Diagonalebene diejenige Ebene, welche, parallel einer stumpfen Kante des Rhomboëders, durch die grofse Diagonale der dieser Kante gegenüberliegenden Rhomboëderfläche

Diefs sind die Folgerungen aus der Analogie, welche man zwischen den successiven Umgestaltungen der Knotenlinien in Scheiben von Holz und Bergkrystall beobachtet. Indefs bringt das gleichzeitige Daseyn dreier Elasticitätsaxen in diesem letzteren Körper eine so grofse Verwicklung in die verschiedenen Einzelnheiten des Phänomens, besonders in den Gang der Töne, dafs man den Elasticitätszustand dieser Substanz definitiv nur durch ein ähnliches Verfahren, wie ich es zuvor beim Holze anwandte, bestimmen kann, nämlich durch den Vergleich der Schwingungsmengen einer Reihe kleiner Stäbe von gleichen Dimensionen, und nach den Richtungen geschnitten, nach denen, gemäfs den obigen Versuchen, die Elasticität am verschiedensten zu seyn scheint. Ohne über die Resultate, zu denen uns diese neuen Versuche führen können, absprechen zu wollen, kann man schon jetzt voraussehen, dafs zwischen der gröfsten und kleinsten Elasticität im Bergkrystall ein grofser Unterschied vorhanden seyn müsse, weil unter den Scheiben aus Büchenholz, bei welchen sich diese beiden Extreme wie 1:16 verhalten, sich keine befindet, deren Töne um eine grofse Terz aus einander stehen, während es unter den Bergkrystallscheiben eine giebt, deren Töne das Intervall von einer Quinte zeigen.

Wie schon oben bemerkt, scheinen der Kalkspath und der Eisenspath hinsichtlich ihrer Elasticität im Allgemeinen dem Bergkrystall analog zu seyn; man erkennt auch in ihnen drei Elasticitätsaxen, die einander durchaus ähnlich zu seyn scheinen; allein die ungemeine Leichtigkeit, mit welcher der Kalkspath sich spalten läfst, erlaubt noch eine Eigenthümlichkeit an ihm zu entdecken, welche man beim Bergkrystall nicht wahrnehmen kann,

gelegt ist, und mithin würde, gemäfs dem Obigen, diese Kante der kleinsten, die grofse Diagonale der Rhomboëderfläche der mittleren, und die kleine Diagonale derselben Fläche der gröfsten Elasticitätsaxe parallel liegen. *P.*

und welche zeigt, woher es kommt, dafs die um die Grundkanten der Säule geschnittenen Scheiben sämmtlich ein aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien bestehendes Knotensystem zeigen.

Wie bekannt läfst sich das Kalkspathrhomboëder oft parallel seiner Diagonalebenen spalten, und da diese Ebenen sich zu je zwei rechtwinklich schneiden, so bilden die Durchschnitte eines jeden dieser Paare mit den Rhomboëderflächen die grofse und kleine Diagonale dieser letzteren, so dafs, wenn man sich eine Ebene denkt, welche sich um die grofse Diagonale dreht, diese immer senkrecht bleiben mufs auf der Diagonalebene, welche durch die kleine Diagonale geht.

Es folgt daraus, dafs wenn man eine Reihe Scheiben um die nämliche Linie schneidet, die Structur derselben in ihrer Ebene nach zwei unter sich rechtwinklichen Richtungen verschieden seyn mufs; daher dann die Entstehung der sich rechtwinklich schneidenden Knotenlinien, wie bei Scheiben, die, aus Körpern mit rechtwinklichen Elasticitätsaxen, um eine dieser Axen geschnitten sind. Es scheint also, als könne man aus dieser Beobachtung schliefsen, dafs der Bergkrystall, wie der Kalkspath, parallel den Diagonalebenen seines Grundrhomboëders überzählige Spaltungsebenen besitze, und dafs man diesen überzähligen Ebenen die hauptsächlichsten Eigenthümlichkeiten des Elasticitätszustandes dieser Substanz zuschreiben müsse.

Der einzige bedeutende Unterschied, welcher zwischen dem Kalkspath und dem Quarze in der Structur vorhanden zu seyn scheint, besteht darin, dafs bei ersterem die kleine Diagonale der Rhomboëderfläche die Axe der kleineren, bei letzterem aber die Axe der gröfseren Elasticität ist. Um sich von der Richtigkeit dieser Behauptung zu überzeugen, braucht man nur vom Kalkspathrhomboëder parallel seinen natürlichen Flächen eine Scheibe abzuschneiden, und die Gestalt der beiden Knotensysteme zu

untersuchen. Das eine besteht aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien, welche auf dem Rhombus, der die natürliche Begränzung der Scheibe ausmacht, die Diagonalen einnehmen, und das andere erscheint als zwei Hyperbelzweige, welche jene geraden Linien zu Axen haben (Taf. IV. Fig. 7. *bis*. No. 6.). Aber darin zeigt sich eine Verschiedenheit, dafs beim Kalkspath die kleine Diagonale zur Hauptaxe der Hyperbel wird, während sie beim Bergkrystall, auf der entsprechenden Scheibe, zur Nebenaxe wird (Taf. IV. Fig. 3. *bis*. No. 11.). Es fragt sich hiebei, bis wie weit diese Verschiedenheit in der Structur von Einflufs sey auf die optischen Eigenschaften dieser Krystalle, deren doppelte Strahlenbrechung bei dem einen attractiver, und bei dem andern repulsiver Art ist.

Aus der Verwandtschaft der Erscheinungen, welche Kalkspath und Bergkrystall in Bezug auf Schallschwingungen darbieten, scheint hervorzugehen, dafs die Anordnung der Klangfiguren und die Anzahl der sie begleitenden Schwingungen stets mit den Theilbarkeitsrichtungen in den Scheiben innig verknüpft seyen. Im Allgemeinen kann man sagen, dafs, wenn sich diese Richtungen in der Ebene der Scheiben rechtwinklich schneiden, eine der beiden Theilungsarten allemal aus einem rechtwinklichen Linienkreuze bestehe, dafs aber, wenn sie schiefwinklich gegen einander liegen, beide Knotensysteme als hyperbolische Curven auftreten.

Die Beschaffenheit der Knotenlinien, welche auf Kreisscheiben von Gyps entstehen, unterstützt diesen Schlufs. Denn dünne Gypsblätter lassen sich nach zwei, unter 113° 8′ gegen einander geneigten, Richtungen durchbrechen, und die Erfahrung zeigt, dafs ihre Theilungsarten aus zwei einander fast ähnlichen hyperbolischen Curven bestehen, von denen eine die beiden Spaltbarkeitsrichtungen, wie es scheint, zu Asymptoten hat, die andere aber als Hauptaxe diejenige dieser Richtungen besitzt, nach welchen sich die Blätter nicht scharf durchbrechen

lassen; denn wie bekannt herrscht zwischen der Art, wie sich der Gyps nach jenen beiden Richtungen durchbrechen läſst, eine beträchtliche Verschiedenheit. Schlieſslich bemerken wir noch, daſs die erwähnten Theilungsarten sich auch genau bei einer Bergkrystallscheibe finden, die der Axe parallel und auf zwei Säulenflächen senkrecht ist; und daſs bei dieser Scheibe die Projection der Axe des Bergkrystalls die nämliche Lage in Bezug auf die Nodalcurven besitzt, welche beim Gyps die mittlere der optischen Axen einnimmt (Taf. IV. Fig. 2. *bis* No, 3.).

Die obigen Untersuchungen können ohne Zweifel bei weitem noch nicht als eine vollständige Arbeit über den Elasticitätszustand des Bergkrystalls und des Kalkspaths angesehen werden. Dennoch ist sie hoffentlich hinreichend, zu zeigen, daſs die hier eingeschlagene Untersuchungsart in Zukunft ein wirksames Mittel werden könne, die Structur der regelmäſsig und selbst verworren krystallisirten Körper zu studiren. So erlauben z. B. die Beziehungen, die zwischen den Theilungsarten und der Grundform der Krystalle vorhanden sind, die Vermuthung, daſs man die Grundform gewisser Substanzen, die keine einfache mechanische Theilung gestatten, durch Schallschwingungen werde bestimmen können. Auch ist der Gedanke natürlich, daſs eine vollkommnere Kenntniſs, als die jetzige über den Elasticitäts- und Cohäsionszustand der Krystalle, viele Eigenthümlichkeiten der Krystalle deutlich machen werde. Es wäre z. B. nicht unmöglich, daſs eine bestimmte Substanz in einer und derselben Richtung in Bezug auf die Grundform, nicht genau gleiche Grade von Elasticität besäſse, wenn die secundäre Form verschieden wäre; und verhielte es sich so, wie einige Thatsachen mich vermuthen lassen, so würde die Bestimmung des Elasticitätszustandes der Krystalle zur

Erklärung der verwickeltsten Erscheinungen in der Structur dieser Körper führen. Endlich wird, wie es scheint, die Vergleichung der Resultate, zu denen man hinsichtlich der Constitution der Körper, einerseits durch das Licht, und andererseits durch die Schallschwingungen gelangt ist, nothwendig zur Erweiterung der Optik und Akustik beitragen müssen.

III. *Untersuchungen über das Gefüge der Metalle; von Hrn.* Felix Savart.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLI. p.* 61.)

Gegossene Metalle hat man bisher als beinahe homogene Körper, als Haufwerke einer Unzahl ordnuugslos und gleichsam zufällig zusammengefügter kleiner Krystalle, betrachtet, und nicht geahnet, dafs in jeder Metallmasse eben so grofse, vielleicht noch gröfsere, Elasticitäts- und Cohäsionsunterschiede, als in einem fasrigen Körper, wie das Holz, vorhanden seyn können.

Allein die Erfahrung zeigt, dafs kreisrunde Scheiben von überall gleicher Dicke, sie mögen nun in Formen gegossen, von grofsen Massen abgenommen, oder aus gewalzten Blechen geschnitten seyn, sich in Bezug auf Schallschwingungen immer so verhalten, wie wenn sie einem fasrigen oder regelmäfsig krystallisirten Körper angehört hätten. Wenn man z. B. diejenige Theilungsart, welche aus zwei rechtwinklich sich schneidenden Linien besteht, auf ihnen hervorzubringen sucht, so findet man bald, dafs ihre innere Structur nicht gleich ist nach allen Richtungen; denn diese Theilungsart findet sich nur in zwei bestimmten Lagen, und fast immer unter der Gestalt von hyperbolischen Curven, begleitet von zwei ungleichen Tönen, deren Intervall zuweilen fast unmerklich

ist, zuweilen aber eine Terz, eine Quarte, und sogar eine Quinte beträgt. Scheiben von Gold, Silber, Kupfer, Zink, Gufseisen, geschmiedetem oder gewalztem Eisen, von Zinn, Blei, Wismuth, Stahl, Antimon, von einer Menge Legirungen dieser Substanzen, als Messing, Glockengut u. s. w., zeigen durchaus ähnliche Erscheinungen, wie Scheiben von Holz oder Bergkrystall, welche um die Elasticitätsaxen oder Spaltbarkeitsrichtungen verschiedene Neigungen haben.

Diese Versuche sind sehr oft und unter sehr verschiedenen Umständen wiederholt worden, und daher kann man es als ausgemacht annehmen, dafs eine Metallscheibe sich immer als eine Krystallscheibe verhält. Folgt aber hieraus, dafs die Metalle wirklich regelmäfsig krystallisirt seyen? Diese Schwierigkeit läfst sich durch dasselbe Mittel beseitigen, durch das man sie kennen gelehrt hat. Denn da der unterscheidende Charakter der krystallisirten Körper darin besteht, dafs ihre Structur in allen Theilen derselben Ebene und in allen Ebenen, parallel irgend einer Richtung in Bezug auf die Krystallflächen, genau dieselbe ist; so ist es, um zu erfahren, ob ein Körper regelmäfsig krystallisirt sey, offenbar hinreichend: 1) dafs man verschiedene kreisrunde Scheiben von gleichem Durchmesser und gleicher Dicke aus einer und derselben Ebene schneide, und nachsehe, ob ihre Theilungsarten unter sich parallel sind und gleiche Töne geben; 2) dafs man mehrere Ebenen einander parallel herausschneide, und untersuche, ob auch ihre Theilungsarten sich entsprechen und von gleichen Tönen begleitet werden.

Demzufolge schnitt ich aus einem Cylinder von Blei, der 15 Kilogr. wog, mehrere Scheiben von gleicher Gröfse; die 1ste, 3te, 5te, 7te und 9te lagen senkrecht gegen die Axe, die 2te, 4te, 6te und 8te aber, welche zwischen den vorhergehenden herausgeschnitten wurden, waren der Axe parallel und sämmtlich in einer Ebene enthalten. Nachdem ich mir auf allen diesen Scheiben passende Zei-

chen gemacht, um ihre relative Lage erkennen zu können, zeichnete ich auf jede derselben die Klangfiguren, welche sie lieferten, und bemerkte die diesen Figuren entsprechenden Töne dabei. So fand ich: 1) dafs lange nicht alle Scheiben, welche aus der durch die Axe gehenden Ebene genommen waren, gleiche Theilungsarten und gleiche Töne gaben; 2) dafs auch die Theilungsarten der auf der Axe senkrechten Scheiben sich eben so wenig entsprachen, sondern sehr verschieden waren, und auch bei weitem nicht von denselben Tönen begleitet wurden.

Aus diesem Versuche, der mit gleichen Resultaten mehrmals mit Blei und mit Zinn wiederholt wurde, mufs man schliefsen, dafs eine Metallmasse, in ihrer Gesammtheit betrachtet, nicht die Eigenschaften eines regelmäfsig krystallisirten Krystalls besitzt, obgleich jede einzelne Scheibe, die man aus derselben geschnitten hat, sich als ein Theil eines solchen Körpers verhält.

Fig. 1. Taf. V. stellt die Gesammtheit dieser Scheiben vor, in der Lage, welche sie einnahmen, als sie noch einen Theil des Cylinders ausmachten; und die Nummern der Figur 2. zeigen die Theilungsarten und die zugehörigen Töne einer jeden dieser Scheibe. In allen Scheiben mit geraden Nummern ist die Richtung der Axe des Cylinders durch die Linie xy angegeben, und die Projection der Ebene dieser Scheiben auf die Ebene der Scheiben mit ungeraden Nummern, bei den letzteren: durch die Linie lm. Alle diese Scheiben hatten 6 Centimeter im Durchmesser und 4 Millimeter Dicke; sie ertönten mit sehr grofser Leichtigkeit.

Untersucht man auf gleiche Weise die Theilungsarten einer metallenen Kreisscheibe von einem bis zwei Decimeter im Durchmesser, theilt sie hierauf in mehrere kleinere, gleichfalls kreisrunde, Scheiben, und untersucht diese, so findet man, dafs sie sowohl durch die Beschaffenheit ihrer Theilungsarten, als auch durch ihre Töne

mehr oder weniger von einander abweichen, und dafs die Knotenlinien auf einer, selten denen auf einer andern parallel liegen. Fig. 3. Taf. V. zeigt die Resultate eines Versuches dieser Art, mit einer kreisrunden Scheibe von Blei angestellt, und Fig. 4. die eines ähnlichen Versuches, der mit einer rectangulären Platte desselben Metalles gemacht wurde.

Diese Versuche und viele andere derselben Art, die ich noch anführen könnte, beweisen deutlich, dafs die Metalle keine homogene Structur besitzen, aber auch eben so wenig regelmäfsig krystallisirt sind. Es bleibt daher nur die Annahme zu machen, dafs sie eine halbregelmäfsige Structur besitzen, gleich als wenn sich im Moment des Gestarrens in ihrem Innern mehrere besondere Krystalle von ziemlich beträchtlichen Volumen bildeten, deren homologe Flächen aber nicht denselben Punkten im Raume zugewandt wären. Nach dieser Vorstellung würden die Metalle gleichsam Gruppen von Krystallen seyn, von denen jeder einzelne eine regelmäfsige Structur besitzt, während die ganze Masse durchaus verworren erscheint.

Diese Betrachtungsweise wird durch directe Beobachtung einiger der die Gestarrung der Metalle begleitenden Umstände unterstützt. Untersucht man nämlich aufmerksam die Oberfläche einer Bleimasse, die eben erstarren will, so gewahrt man hie und da kleine geradlinige, oft mehrere Centimeter lange Furchen, die eine ganz zufällige Lage zu haben scheinen, und die immer von einer grofsen Menge anderer, aber viel kürzerer, Furchen gleicher Art durchkreuzt werden, wodurch dann dieses sonderbare Netz, dessen Entstehung auf eine Art von regelmäfsiger Anordnung der darunter liegenden Theile deutet, die Oberfläche der Metallmasse bald gänzlich überzieht. Hat man eine etwas beträchtliche Masse Blei, z. B. 12 bis 15 Kilogr. geschmolzen, und wartet den Augenblick ab, wo die erstarrte Schicht etwa eine Dicke von 5 bis 6 Millimet. besitzt, durchbohrt sie dann mit einem

rothglühenden Eisenstabe und kehrt nun das Gefäfs rasch um, damit der noch flüssige Theil des Metalls herausfliefse, so zeigt wirklich die untere Seite der erstarrten Schicht eine Menge kleiner octaëdrischer Krystalle, geordnet nach parallelen und rechtwinklich sich kreuzenden Reihen, die eine mehr oder weniger beträchtliche Anzahl geschiedener Systeme bilden, und hinsichtlich ihrer Lage den Systemen kleiner Furchen entsprechen, die man auf der gegenüberliegenden Seite der starren Schicht wahrgenommen hatte.

Mit der Lupe betrachtet, scheinen die kleinen Krystalle, aus denen jedes System besteht, um drei gerade sich rechtwinklich schneidende Linien gruppirt, und zwar so, dafs ihre Axen diesen Linien parallel liegen, und sie einander nur mit ihren Ecken berühren oder zu berühren scheinen. Wenn man sich nun denkt, dafs die drei geraden Linien eines jeden Systems eine unbestimmte Lage in Bezug auf die analogen Linien der benachbarten Systeme annehmen, so erhält man eine ziemlich richtige Idee von der halbregelmäfsigen Krystallisation einer Bleimasse. Aehnliche Resultate erhält man mit Kupfer, Zinn und Zink; auch ist zu bemerken, dafs jene Systeme viel ausgedehnter sind, wenn man die Metalle lange Zeit hindurch in Flufs erhält oder zu wiederholten Malen umschmilzt.

Eine natürliche Folge dieser Structur ist: dafs die Elasticitätsunterschiede bei einer und derselben Substanz desto gröfser zu seyn scheinen, je kleiner die angewandten Kreisscheiben sind, weil diese Scheiben eine um so kleinere Anzahl dieser krystallinischen Systeme enthalten, als ihr Durchmesser kleiner ist. Diefs wird auch durch die Erfahrung vollkommen bestätigt. So findet sich unter den beiden Tönen einer Scheibe Blei, Zinn oder Zink, von 12 bis 15 Centimet. im Durchmesser, selten ein gröfseres Intervall als ein halber Ton, während das Intervall häufig bis auf eine Quarte steigt, wenn die Schei-

ben aus jenen Metallen nur 3 bis 4 Centim. im Durchmesser halten. Aus gleichem Grunde scheint eine Metallmasse, bei Untersuchung nach dem obigen Verfahren, im Allgemeinen eine desto unregelmäſsigere Structur zu haben, je kleiner ihre Dimensionen sind. Aus der Fig. 5. Taf. V. kann man die Resultate eines solchen Versuches ablesen, der mit einem kleinen Bleicylinder von 3,8 Centimeter im Durchmesser angestellt wurde.

Jetzt, nachdem es wohl erwiesen scheint, daſs geschmolzene Metalle Zusammenhäufungen regelmäſsig geordneter, besondere und verschiedenartig geneigte Systeme bildender, Krystalle sind, bleibt nur noch zu untersuchen, wie sie durch diese Anordnung ähnliche Eigenschaften erhalten, als die krystallisirten Körper durch übereinanderliegende Lamellen besitzen; allein diese Untersuchung hat nicht leicht zu beseitigende Schwierigkeiten. Da ich indeſs einige Versuche hierüber angestellt habe, so will ich hier eine Idee von ihnen geben.

Vorausgesetzt, man habe zwei gleich dicke kreisrunde Holzscheiben, die in ihrer Ebene die Axen der gröſseren und mittleren Elasticität enthalten, so zusammengeleimt, daſs die Axen gleicher Art in den beiden Scheiben einen mehr oder weniger beträchtlichen Winkel mit einander bilden; so ist klar, daſs diese gekreuzten Scheiben eine Idee von dem geben können, was bei den Metallen vorgeht. Der Gang des Phänomens ist dann sehr einfach, denn die Theilungsarten sind sehr nahe dieselben wie in jeder Scheibe für sich, d. h. die eine besteht aus einem rechtwinklichen Linienkreuze, und die andere aus zwei Hyperbelzweigen; doch findet sich der Unterschied, daſs die eine Linie des rechtwinklichen Systems sich immer auf die den Winkel zwischen den Holzfasern halbirende Linie legt, und daſs von den Asymptoten der hyperbolischen Curve die eine den Fasern der ersten, und die andere den Fasern der zweiten Scheibe parallel zu laufen scheint. Ganz ähnliche Resultate erhält man

mittelst der Kreuzung irgend zweier Scheiben, die wenigstens eine der Elasticitätsaxen enthalten, d. h. bei denen eins der Knotensysteme aus einem rechtwinklichen Linienkreuze besteht. Wenn eine der beiden Scheiben keine der Axen in ihrer Ebene enthält, so bestehen die Knotensysteme nur aus Hyperbelzweigen, und die Lage, welche sie annehmen, liegt zwischen der, welche sie in den einzelnen Scheiben angenommen haben würden. Hieraus scheint zu folgen, daſs, wie auch Körper mit drei rechtwinklichen und ungleichen Elasticitätsaxen zusammengefügt worden sind, ihr Verein dennoch drei Elasticitätsaxen zeige.

Im Allgemeinen scheint unter den Metallscheiben, die aus groſsen Massen geschnitten worden, und denen, die aus derselben Masse in Scheibenform gegossen sind, kein groſser Unterschied in der Structur vorhanden zu seyn. Unter den ersten, wie unter den letzten, findet man Scheiben, deren beide Töne zuweilen sehr wenig verschieden sind, und andere, wo das Intervall mehrere Töne umfaſst. Diese letzteren zeigen das Merkwürdige, daſs es durchaus ohne Einfluſs auf ihren Elasticitätszustand zu seyn scheint, aus welcher Substanz die Form, in die man sie gegossen hat, besteht; ob der Strahl in der Mitte oder am Rande eingegossen ist, ob die Form wagerecht, schief oder senkrecht steht; immer findet man, daſs der Beugungswiderstand nach einer Richtung am gröſsten ist, daſs die beiden Theilungsarten bestimmte Lagen einnehmen und von verschiedenen Tönen begleitet werden. Es schien mir auch nicht, als hätte eine plötzliche Erkaltung oder ein elektrischer Strom, der in Richtung eines Durchmessers durch das schmelzende Metall geleitet wurde, einen wahrnehmbaren Einfluſs auf die allgemeine Beschaffenheit des Phänomens ausgeübt. Anders verhält es sich aber mit einer Reihe kleiner Stöſse, die man der Form, während das Metall erstarrt, mittheilt. Hiedurch wird fast immer die Bildung der kry-

stallinischen Systeme gehindert, und eine so grofse Gleichförmigkeit in der Elasticität herbeigeführt, dafs die Scheiben nur einen einzigen Ton geben, und das aus einem rechtwinklichen Linienkreuze bestehende Knotensystem keine bestimmte Lage mehr einnimmt. Interessant und wichtig wäre die Untersuchung, ob Metalle, deren Krystallisation auf diese Art gestört worden ist, eben so zähe als im umgekehrten Falle seyen, und ob sie dadurch nicht neue Eigenschaften erlangen, durch welche ihre Anwendung in gewissen Künsten erleichtert werden würde.

Mehrere Operationen, wie das Hämmern, Walzen, Anlassen, können die Vertheilung der Elasticität in den Metallen bis zu verschiedenen Graden abändern; allein keine derselben scheint von der Art zu seyn, dafs sie die Metalle auf einen der völligen Homogenität nahen Zustand zu bringen vermöchte. Kreisscheiben von Blei, Kupfer, Zinn und Messing z. B., welche durch Hämmern auf drei Viertel ihrer Dicke gebracht worden waren, hatten sehr nahe dieselben Eigenschaften behalten, welche sie sogleich nach dem Gusse besafsen; nur ihre Knotensysteme hatten sich in ihrer Gestalt und Lage ein wenig geändert, die begleitenden Töne aber standen noch fast um dasselbe Intervall aus einander.

Das Walzen scheint ähnliche Wirkungen hervorzubringen, aber mit dem Unterschiede, dafs durch dasselbe die krystallinischen Systeme nach zwei unter sich rechtwinklichen Richtungen beträchtlich in die Länge gezogen werden, was bewirken kann, dafs sehr grofse Scheiben eine der regelmäfsigen sehr nahe kommende Structur zeigen. Als Beispiel erwähne ich nur, dafs ich aus einem Zinkblech, von 7 bis 8 Decimetern Länge und 3 bis 4 Decimetern Breite, zehn bis zwölf kreisrunde Scheiben von gleichem Durchmesser geschnitten hatte, welche gleiche und in Bezug auf die Seiten der Scheiben ähnlich liegende Theilungsarten, begleitet von gleichen Tönen, annahmen, so dafs man glauben mufste, dieses Blech wäre

in seiner ganzen Ausdehnung regelmäfsig krystallisirt gewesen.

Das Intervall zwischen den beiden Tönen einer jeden dieser Kreisscheiben betrug einen kleinen halben Ton; die eine der Theilungsarten, Fig. 6. Taf. V., bestand aus zwei sich rechtwinklich schneidenden Linien, und die andere aus zwei Hyperbelzweigen, welchen die ersteren Linien als Axen dienten; mit einem Worte: diese Scheiben verhielten sich so, als wenn sie zu einem Körper mit drei rechtwinklichen und ungleichen Elasticitätsaxen gehört hätten, und eine dieser Axen in ihrer Ebene läge.

Diese grofse Regelmäfsigkeit in der Structur hat mir erlaubt, das Verhältnifs der Elasticität parallel den Axen der Hyperbel direct zu bestimmen, mittelst zweier kleinen Stäbe *a* und *b*, welche gleiche Länge und gleiche Breite hatten, jenen Axen parallel geschnitten waren, und in dieselbe transversale Bewegung versetzt wurden. Derjenige Stab, welcher der Hauptaxe der Hyperbel oder der Richtung der kleinsten Elasticität parallel gewesen, gab den Ton $ut = 1$, der andere der Nebenaxe parallele Stab aber den um eine kleine Terz höheren Ton $mi_{\prime}^{b}$ $= 1{,}2$. Erhebt man diese Zahlen in's Quadrat, um den Beugungswiderstand nach beiden Richtungen zu bekommen, so erhält man 1 für den ersteren, und 1,44 für den letzteren, obgleich in den kreisrunden Scheiben das Intervall zwischen den Tönen der beiden Knotensysteme nur einen kleinen halben Ton betrug. Um jede Ungewifsheit von diesem Resultate auszuschliefsen, habe ich geglaubt den Beugungswiderstand in diesen Stäben direct bestimmen zu müssen. Zu diesen Ende wurden die Stäbe mit einem Ende in horizontaler Richtung in einen Schraubstock festgeklemmt, und an das andere Ende Gewichte gehängt. Bei gleichem Gewichte verhielten sich die Bögen der Beugung sehr nahe wie 1:1,48, statt 1:1,44, wie es die Schwingungen gegeben hatten. Der Fehler gehört

durch-

durchaus zu denen, welche Versuche dieser Art nothwendig mit sich führen.

Diese Untersuchungen führen zu dem Resultat, daſs die Unterschiede in dem Beugungswiderstande nach verschiedenen Richtungen bei einer und derselben Metallmasse weit gröſser seyn können, als bei gewissen Holzarten, wie Eichen-, Büchenholz u. s. w., weil man Kreisscheiben von Metall antrifft, deren beide Töne um eine Quinte verschieden sind, während, bei den erwähnten Holzarten in den Richtungen, in denen die Elasticität am meisten verschieden ist, das Intervall der beiden Töne noch nicht eine kleine Terz beträgt; und doch verhalten sich, wie wir vorhin gezeigt haben, beim Büchenholz die Elasticitätsextreme wie 1:16.

Was das Anlassen betrifft, so scheint es eine sehr schwache oder vielleicht gar keine Wirkung zu haben, wenn die Metalle nicht vorher hart gehämmert worden waren; denn verschiedene Kupferscheiben, die mehrere Stunden lang einer nicht weit vom Schmelzpunkt entfernten Temperatur ausgesetzt gewesen, gaben nach dieser Operation noch dieselben Töne wie vorher. Anders ist es aber, wenn man die Scheiben erstlich hart hämmert und darauf anläſst; dann findet sich oft das Intervall zwischen den beiden Tönen etwas geändert, eben so wie die Beschaffenheit der Knotenlinien.

Es wäre ohne Zweifel sehr wichtig, zu bestimmen, wie groſs das Intervall der beiden Töne bei kreisrunden Scheiben aus den verschiedenen Metallen werden könne. Ich habe indeſs hierüber nichts Gewisses ausmachen können, weil das Intervall desto gröſser wird, je reiner die Metalle sind, und weil es überdieſs von, zum Theil noch gänzlich unbekannten, Umständen bei dem Acte der Erstarrung abhängt. Indeſs hat es mir geschienen, als sey dieſs Intervall-Maximum beim Zinn, Blei und Zink beträchtlicher als beim Kupfer, Wismuth, Eisen, Antimon und Silber. Bei den Legirungen ist es stets sehr klein; so

liegen beim Messing und vor allem beim Glocke
(*métal des timbres*), die beiden Töne so nahe zu
men, dafs es fast immer unmöglich ist, sie von eina
zu unterscheiden.

Die bei den Metallen beobachteten Erscheinu
gehören keinesweges diesen ausschliefslich an; ähnl
findet man auch beim Glase, Schwefel, beim geme
Harze, beim Kopal, Bernstein, Gyps, Tafelschiefer u. s
Das Intervall der beiden Töne, welche kreisrunde Sc
ben aus diesen Substanzen geben, ist immer sehr k
und sehr selten beträchtlicher als ein grofser halber T
auch sind die beiden Theilungsarten, obgleich sie bes
dig eine feste Lage einnehmen, so wenig von eina
verschieden, dafs sie fast immer in Gestalt von rechtw
lichen Linienkreuzen auftreten. Mit einem Worte,
steht zu vermuthen, dafs man bei fast allen starren S
stanzen eine Heterogenität in der Structur entdecken we
und vielleicht machen nur die Gebilde aus pulverfö
gen Substanzen eine Ausnahme, wie z. B. die Kre
die sich sehr einer völligen Homogenität nähert. U
den bis jetzt von mir untersuchten Körpern habe ich
einen, nämlich das Siegellack, gefunden, bei welc
sich das aus einem rechtwinklichen Linienkreuze be
hende System unterschiedlos in jede Richtung begel
konnte. Da aber das Siegellack nur ein blofses Geme
von Gummilack, Terpenthin und Zinnober ist, so begr
man, dafs dieser letztere Körper, welcher pulverför
ist, die regelmäfsige Anordnung der Harztheilchen v
hindert haben mufs.

Ich schliefse diese Abhandlung mit einer Bemerku
die sich auf alle nicht regelmäfsig krystallisirende K
per anwenden läfst, nämlich mit der: dafs sie, sogle
nach der Erstarrung, im allgemeinen weit schwieriger
tönen, als nach einigen Stunden, nach einigen Tagen u
selbst noch nach einigen Monaten. Oft sogar ereig
es sich, dafs ein Körper, der anfangs nur dumpfe Tö

nd auch diese nur mit Schwierigkeit gab, zuletzt mit olcher Leichtigkeit und Stärke vibrirt, daſs er bei der ;eringsten Erschütterung in Stücke zerspringt. Es scheint ıieraus zu folgen, daſs, bei dem Acte der Erstarrung, riele Theilchen gewissermaſsen in Stellungen gefangen gehalten werden, aus denen sie sich hernach zu entfernen suchen, und daſs sie erst nach einer gewissen, oft sehr langen, Zeit in einen stabilen Gleichgewichtszustand gelangen. Wenn man so z. B. in eine paſsliche Form eine kreisrunde Scheibe aus Schwefel gieſst, und dieselbe, sogleich nachdem sie erkaltet ist, zum Tönen zu bringen sucht, so gelingt dieses nicht; allein nach einigen Tagen erhält man schon mehr oder weniger dumpfe Töne. Bestimmt man dann die Zahl der Schwingungen, welche man bei irgend einer Theilungsart erhält, und legt nun die Scheibe einen oder zwei Monate ruhig bei Seite, so findet man, nach dieser Zeit, daſs sie mit ungemeiner Leichtigkeit anspricht, und überdieſs, daſs, bei derselben Theilungsart, die Anzahl der Schwingungen weit beträchtlicher geworden ist. Der Ton kann sich auf diese Weise um mehr als eine ganze Tonstufe erhöhen. Bekannt ist es zwar, daſs der Schwefel, welcher geschmolzen worden, nicht sogleich nach seiner Erstarrung die Eigenschaften zeigt, welche er zuvor besaſs; aber geahnet hatte man wohl schwerlich, daſs er zur Wiedererlangung derselben ganze Monate und vielleicht noch gröſsere Zeiträume nöthig haben würde.

IV. *Versuch einer geognostischen Schilderung des Urals und insbesondere der Umgegend von Slatoust; von A. T. Kupffer.*

(Vorgelesen in der Kaiserl. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, den 29. April 1829.)

Die Oberfläche des Landes von der Wolga bis jenseits des Urals, so weit ich sie untersucht habe, besteht fast blofs aus Flötzkalk mit Gyps; das Ur- und Uebergangs-, gebirge des Urals erscheint wie eine sich aus einer weiten und langen Spalte erhebende Masse.

Der Kalkstein ist überall dicht von unebenem Bruch, graulichweifs bis in's Dunkelgraue, von geringer Härte, hin und wieder fast bröcklig, überall deutlich und zuweilen dünn geschichtet, die Schichten gröfstentheils horizontal; er wechselt hin und wieder mit Gyps, z. B. in Sergiewsk und in der Gegend von Bugulma; zuweilen enthält er denselben in kleinen Höhlungen eingeschlossen, wie bei Akbasch, auf dem Wege von Bugulma nach Ufa; bei Kasan liegt an der Festung ein Lager von graulichem Sandstein auf demselben. In den niedern Gegenden kommt die Gebirgsart selten zum Vorschein, und ist hoch mit röthlichem Thon und Dammerde bedeckt, die nur hin und wieder von den Flüssen aufgerissen ist — hier, z. B. an dem rechten Ufer der Wolga, bildet sie zuweilen steile, an 200 Fufs hohe Abstürze — indem man sich aber dem Ural nähert und immer höher hinaufsteigt, gewinnt die Gegend bald und noch vor Ufa den Charakter eines Berglandes. Bei Akbasch steigen die Berge in langgestreckten Kuppen steil und oben zugerundet an, mit kurzem von entblöfsten Stellen unterbrochenem Graswuchs, und sind den Bergen der Muschelkalkstein-Formation in Mitteldeutschland sehr ähnlich

Versteinerungen werden selten in diesem Kalkstein angetroffen; doch sollen sie sich auf einigen Inseln der Kama in grofser Menge finden.

Dieses Kalkland ist vielfältig von grofsen und kleinen Wassern durchschnitten; alle strömen einer Hauptspaltung zu, in deren Tiefe die Wolga fliefst; die Ufer dieses breiten, aber hin und wieder seichten Stromes verdienen eine umständlichere Beschreibung.

Die rechten Ufer der Wolga sind durchgängig mehr oder weniger hoch und steil, die linken bestehen aus einer weit hingedehnten Steppe, und erst in mehrstündiger Entfernung vom Flufs steigt das Land wieder an, und bildet eine begrenzende Hügelreihe. Dolgopolene, ein Dorf am rechten Ufer der Wolga, nicht weit von der kleinen Stadt Tetjusch, ist 500 Fufs über dem Spiegel der Wolga erhaben. Am linken Ufer der Wolga dagegen fand sich ein Berg bei Matuschkina, 20 Werst von Kasan, 90 Fufs; die Höhe, auf welcher die Ruinen von Bolgari (der alten Hauptstadt der Bolgaren, am Zusammenflufs der Wolga und Kama) liegen, ist 130 Fufs über der Wolga erhaben; der Festungsberg in Kasan ist etwa 80 Fufs, der höchste Punkt dieser Stadt etwa 120 Fufs über der Wolga.

Am rechten Ufer der Wolga, 100 Werst *) von Kasan, liegt Sukepwa, ein von Altgläubigen bewohntes Dorf, in einer flachhügeligten Ebene; man nähert sich der Wolga, ohne ihre Nähe zu errathen; plötzlich steht man am Rande des Absturzes, und sieht den majestätischen Flufs zu seinen Füfsen. Ein steiler Weg führt durch eine Schlucht hinab zu einem Ankerplatz, an dem einige Wolgaschiffe halten.

Das steilabstürzende Ufer besteht hier aus fast horizontal geschichtetem, weifslichgrauem, thonigem Kalkstein, der mit Gyps höchst unregelmäfsig abwechselt; der letztere liegt vielmehr in gröfseren und kleineren Stücken in

*) Eine russische Werst beträgt sehr nahe eine Viertelstunde; 7 Werst machen eine geographische Meile.

demselben zerstreut, ist von blendender Weifse, ziemlich kleinkörnig, selten fasrig. Eben so unregelmäfsig sind in diesem Kalkstein hin und wieder grofse und kleine Stücke von thonigem Quarz eingeschlossen, gröfstentheils in abgerundeten, oft ellipsoidischen Formen; zuweilen, wenn man eine solche Quarzmandel zerschlägt, findet man das Innere derselben mit schönem blättrigen Gyps ausgefüllt. Es ist, als ob ein Strom von aufgelöster Kieselmasse sich nach vielfachen Richtungen vertheilt, und kuglicht zusammengezogen hätte, hin und wieder Bruchstücke von Gyps und Kalk umhüllend.

Der Kalkstein enthält überdiefs eine Menge Drusenräume, die mit gediegenem, oft recht artig krystallisirtem Schwefel ausgefüllt sind. Indem sich die leeren Zwischenräume und Spalten da, wo der Kalkstein schiefrig wird, mehren, wird die Menge des abgesetzten Schwefels ziemlich bedeutend; und es gesellt sich zu demselben noch ein schwarzes, dünnflüssiges, starkriechendes Bergpech, das an einigen Orten tropfenweise hervorquillt, an andern den ganzen Stein tränkt, und auf der Oberfläche trocknet. An einigen Stellen fliefst eine geringe Menge, fast nur tropfenweise, schwefelwasserstoffhaltiges Wasser aus dem Felsen, und wird als Heilmittel benutzt; es ist stets mit einer bedeutenden Menge Bergtheer verunreinigt. In der Nähe dieser Schwefelquellen befindet sich eine Höhle im Kalkstein, in welche man durch eine ziemlich weite Oeffnung hinabsteigt; der Boden derselben ist mit Wasser ausgefüllt, das von oben hereingedrungen zu seyn scheint; es ist im Winter stark gefroren, und noch im Sommer schwammen Eisstücke darin herum. Die kalte Luft, die sich im Winter in die Höhle hinabsenkt, kann im Sommer, wegen ihrer gröfseren specifischen Schwere, nicht so leicht wieder heraus, oder wird nur durch die kältesten Luftschichten wieder ersetzt; so sind tiefe Brunnen immer kälter, als die umherliegenden Quellen; diefs ist wenigstens die wahrscheinlichste Erklärung, die man

von dieser sich auf mehreren Punkten der Erdoberfläche wiederholenden Erscheinung geben kann. Die Temperatur der Quellen beträgt in dieser Gegend ungefähr 5° R.

Wer diese Gegend besucht, thut wohl, dem Lauf der Wolga noch etwas weiter nach Süden zu folgen, bis zur Malastwofschen Mühle; hier steigen die Wolgaufer sehr steil und hoch an. Geht man die mit Tannen bewachsene Schlucht, durch welche ein kleiner Bach der Wolga zufliefst, hinan, so glaubt man sich in ein wahres Bergland versetzt; mit Mühe erreicht man das Dorf Dolgopolene, welches in der Ebene liegt, 500 Fufs über dem Spiegel der Wolga. Die Spalte, in welcher die Wolga fliefst, und welche die höchsten Abstürze in dieser Gegend bildet, ist hier die einzige, in welcher sich die Producte unterirdischer Thätigkeiten einen Weg bis zu Tage bahnen. Die Ufer der Kama, die sich nicht weit von hier mit der Wolga vereinigt, zeigen blofs denselben thonigen Kalk, der zu einer geringen Höhe hinaussteigt, und sich unter mannigfach zerrissenen Hügeln von Lehm und Dammerde verbirgt. Schurun, ein Dorf am rechten Ufer der Kama, 80 Werst von Kasan, liegt nicht mehr als 100 Fufs über dem Spiegel des Flusses; auch hier ist das rechte Ufer steil und hoch, das linke eine unabsehbare Steppe, die im Frühjahr weit und breit überschwemmt ist. Die rechten Ufer der reifsenden Bälaja, an welcher Ufa liegt, sind ebenfalls ziemlich steil und bestehen aus demselben einförmigen Kalkstein, der nur ein wenig grauer und fester geworden ist. Ufa, auf der Höhe hingebaut, ist etwa 80 Fufs über dem Spiegel der Bälaja erhaben.

Funfzig Werst von Kasan, auf dem Landgute der Generalin Tschertew, ist eine schwache Schwefelquelle, die ich zu untersuchen die Gelegenheit hatte. Die ganze sumpfige Thalsoole, die von einem kleinen Bach durchschnitten ist, giebt aufgegraben Schwefelwasser; an zwei

Stellen kommt das Wasser in gröſserer Menge hervor, doch nirgends in so groſser, daſs man genug zum Baden hätte; auch ist das Wasser sehr mit Sumpfwasser gemischt, und deshalb sehr schwach. Die Gegend umher besteht aus demselben Kalkstein, den man auch bei Kasan findet.

Die kräftigsten Schwefelquellen sind in Sergiewsk, 270 Werst südlich von Kasan. Hier wechselt der Kalk mit Lagern von Gyps; das Wasser dringt sprudelnd aus dem Gestein, mit einer Temperatur von $6\frac{1}{2}$° R. In einer Entfernung von mehreren Wersten von hier finden sich asphalthaltige Quellen, die aber nur sehr wenig davon liefern; derselbe dringt mit dem Quellwasser zugleich hervor, und überzieht theils den Boden der Quellen, theils erhebt er sich auf die Oberfläche, und breitet sich in einer dünnen Haut aus. Hie und da tröpfelt der Asphalt selbst aus dem trockenen Gestein, und durchdringt dasselbe. Der Boden dieser Gegend ist, besonders längs dem Ufer des Surgut, von vielen Schwefel- und Asphaltquellen durchbrochen. Pallas hat deren schon mehrere beschrieben.

Erst nachdem man, nach Osten gehend, Ufa weit hinter sich gelassen hat, tritt man aus dem Kalklande heraus; 160 Werst vor Slatoust, und ungefähr 170 von der Hauptwasserscheide des Urals nach Westen hin entfernt, mischt sich der Kalk so sehr mit feinen Quarzkörnern, daſs er schon als ein Sandstein mit kalkigem Bindemittel anzusehen ist. Doch da sich dieser bald wieder unter der Dammerde verbirgt — denn von Tostuba bis Ailina kommt man fast durch lauter Steppe — so kann man eigentlich erst von Ailina an die Erhebung des Ural, und eine neue Reihe von Formationen rechnen. Da von hier an der merkwürdigen Gegenstände viele werden, so will ich erst einen Durchschnitt von Ailina über Slatoust und den Hauptzug des Ural bis nach Miäsk beschreiben; und dann die Gebirgsarten, die diese Gegend bilden, einzeln durchgehen.

Sieben Werst östlich von Ailina, kurz vor Satkinsky-Pristan *), durchreifst der Aï das sich plötzlich erhebende Gebirge. Das rechte Ufer ist von einer aus Sandstein bestehenden Hügelreihe begrenzt; der Sandstein ist hin und wieder sehr grobkörnig, zum Theil aber auch so fein, dafs er eine derbe Quarzmasse zu bilden scheint; die Richtung der Schichten ist nordöstlich, ihr Abfallen ziemlich steil, und westlich. Am linken Ufer hingegen steigen Kalkfelsen schroff hinan; der Kalkstein ist gröfstentheils von dunkelgrauer Farbe, sehr fest, zum Theil quarzig; der Schimmer des Bruches wird hin und wieder von glänzenden Blättchen krystallisirten Kalkspaths unterbrochen. Versteinerungen habe ich auch nicht in demselben bemerkt; doch giebt zuweilen die ganze Masse beim Zerschlagen einen animalischen Geruch von sich, wie der Stinkstein.

Nachdem man beim Pristan über den Aï gegangen ist, folgt man eine Zeit lang dem Laufe desselben nach Süden, und sieht den Kalkstein bald an beiden Ufern des Flusses ansteigen, mit derselben Schroffheit die der Gegend einen romantischen Charakter giebt — bald aber entfernt man sich wieder vom Flusse, nach Osten sich wendend und tritt wieder in das Gebiet des Sandsteins, das man nur auf einen Augenblick verlassen hatte. Hier zwischen dem Aï und der Satka, an welcher die Satkin-

*) Der Aï entspringt südlich von Slatoust im baschkirischen Ural, und fliefst durch Slatoust; bei Ailina ist auf demselben ein Stapelplatz angelegt, der, weil er sich in der Nähe der Satkin'schen Eisenhütte befindet, Satkinsky Pristan (Satkin'scher Hafen) genannt wird. Im Frühjahr schwillt der sonst untiefe Flufs bedeutend an, und wird fahrbar. Der Aï fällt in die Ufa, die Ufa in die Bälaja, die Bälaja in die Kama, die Kama in die Wolga; auf der Wolga hat man die Wahl, mit einem grofsen Umwege durch Kanäle, oder näher auf einem kurzen Landwege nach dem Ladoga-See zu kommen. So kann man von Slatoust bis St. Petersburg zu Wasser kommen. Bis zur Wolga geht es stromabwärts, auf der Wolga aber stromaufwärts.

sche Eisenhütte liegt, steigt dieser grobkörnige Sandstein bis zu 1500 Fufs über der Meeresfläche an; die Eisenhütte selbst, die ziemlich tief im Thale liegt, mag 800 F. über der Meeresfläche erhaben seyn. Von der Eisenhütte nach Kuwaschi geht es nur schwach bergan; von hier an aber desto steiler, zu einer Höhe von mehr als 1500 Fufs, bis dann endlich der Weg sich wieder plötzlich nach Slatoust senkt. Auf diesem ganzen Wege, von Kuwaschi bis auf die Höhe, liegt überall erst Thonschiefer und Grauwacke, dann Glimmerschiefer und Gneifs, mehr in Blöcken, als anstehend; denn Alles ist mit Wald bedeckt. Slatoust liegt in einer Bergschlucht und ist überall von Glimmerschiefer umgeben. Der Glimmerschiefer steigt am Taganai bis zu einer Höhe von 3000 Fufs empor, und trägt hier noch eine etwa 500 Fufs hohe Kuppe von Quarzfels. Nähert man sich von Slatoust aus dem Ural, so trifft man erst, da wo die Tesma die Oberfläche aufgerissen hat, auf ein Granitlager; dann, nachdem man eine kleine Anhöhe überstiegen hat, auf einen kalkigen Sandstein, der die ganze Vertiefung, die der Glimmerschiefer hier zu bilden scheint, ausfüllt; endlich erhebt sich mit der Kette des Urals selbst wieder derselbe Glimmerschiefer, mit denselben Kuppen von Quarzfels.

Der Ural gilt als der Hauptzug des Gebirges, obgleich er keine so bedeutende Höhe erreicht, als der Taganai, die Urenga, die Jurma, und kaum bis zu 2000 Fufs hinansteigt, er bildet aber die Wasserscheide; denn alle Flüsse, die an seinem westlichen Abhange ihren Ursprung nehmen, fliefsen nach Westen, und alle, die im Osten entspringen, nach Osten. Die Richtung der Schichten ist hier überall fast genau NO. (36° östlich vom magnetischen Meridian; die magnetische Abweichung beträgt aber in Slatoust etwa 6°), der Abfall sehr steil und nach Westen.

Indem man den östlichen Abhang des Urals hinab-

geht *) stöfst man auf einen sehr feinkörnigen Granit, und bald darauf wieder auf Glimmerschiefer. Kurz hinter Sirostan, auf dem halben Wege zwischen Slatoust und Miask, neigen sich die Schichten nach Osten, das Streichen bleibt dasselbe. Da sich die Gegend immer mehr herabsenkt, und immer mehr von Dammerde bedeckt wird, so dafs man fast nur Bruchstücke der unten liegenden Gebirgsarten zu sehen bekommt, so ist die Beobachtung schwierig. Nun tritt man in eine neue Formation, gröfstentheils Serpentin, wechselnd mit Hornblendefels, Diorit, und einer eignen Felsart, die den Uebergang von Diorit in Serpentin bildet, indem sie aus beiden gemacht ist, und aus einer serpentinartigen Masse mit eingestreutem Feldspath zu bestehen scheint; hie und da Uebergangskalk, der durch beigemischten Quarz bisweilen sehr hart wird. Hier wird die Gegend gröfstentheils flach; die Serpentinhügel erheben sich kuppenweise, und nur hin und wieder erblickt man in der Ferne ausgedehntere Züge von Diorit; das Gestein verbirgt sich unter dem Rasen, und ist von einem goldführenden Gerölle bedeckt.

Hinter Miask im Osten erhebt sich das Ilmengebirge, aus Uebergangsgranit bestehend. Niedriger als der Ural und parallel mit demselben laufend, bildet er einen eignen Gebirgszug, der sich ziemlich weit nach Norden und nach Süden fortsetzt, und da, wo er aufhört, treten ähnliche Formationen an seine Stelle.

Geht man seinen Weg noch weiter nach Osten, so trifft man wieder auf Diorit und Serpentin, und endlich, beim Dorfe Dolgaja Sloboda auf denselben Sandstein,

*) Diese Reise habe ich gemeinschaftlich mit Hrn. Anossow, Inspector der Slatoustischen Waffenfabrik, gemacht, und nur die grofse Entfernung unserer gemeinschaftlichen Wohnorte hat es unmöglich gemacht, die Resultate unserer Beobachtungen gemeinschaftlich zu bearbeiten.

den wir oben bei der Satkin'schen Eisenhütte kenne
lernt haben. Die Verfolgung der Formationen wird
östlich von Miask, sehr schwierig, indem die Ge
ganz flach und steppenartig wird.

Wir wollen uns jetzt zur ausführlichen Beschrei
der einzelnen Gebirgsarten wenden.

I. Glimmerschiefer.

Der Glimmerschiefer bildet nicht nur den Hau
des Ural, sondern auch den noch höhern Nebenzug,
cher im Westen vom Ural demselben parallel läuft,
mannigfach zerrissen, verschiedene Namen trägt, Ur
Taganai, Jurma. Er ist gewöhnlich sehr quarzreich
ten nimmt er ein wenig Feldspath auf, und geht in G
über. Mehrere mächtige Quarzlager, die im Glim
schiefer vorkommen, widerstanden besser der Ver
rung, und bilden jetzt die höchsten Punkte der Glim
schieferzüge, welche sie kuppenartig bedecken.

Der Glimmerschiefer des Taganai erhebt sich n
steil, so dafs man zu Pferde hinaufkommen kann
der Höhe aber, die einen abgerundeten Bergrücken
stellt, steigen plötzlich drei mächtige schroffe Quarz
pen empor, die, wild nach allen Richtungen zerkl
sich nur mit Mühe und Gefahr erklettern lassen.
mittlere dieser Kuppen, die höchste von allen, ist b
ders steil, ihre Abhänge sind überall von mächtigen Q
trümmern bedeckt; Glimmerschieferblöcke liegen hie
da an ihrem Fufse zerstreut; sie hat eine länglichte F
Der Quarzfels, der diese Kuppen bildet, enthält viel
gestreuten Glimmer; hat derselbe eine röthliche F
so benutzt man ihn als Aventurin; selten findet man
nit. Fast keine Spur von Vegetation auf den schr
Wänden, kaum hin und wieder einige Flechten; ers
Fufs der Kuppe dringen zwischen den von der S
stark erhitzten Blöcken Himbeersträuche hervor, die
besonders schmackhafte Früchte tragen; erst wenn

schon ziemlich weit von der Kuppe entfernt und ganz aus der Region der Blöcke herausgetreten ist, trifft man einige niedrige Birken an.

Der Glimmerschiefer des Taganai schiefst sehr steil, doch mehr westlich ein; die Richtung der Schichten ist NO. Er enthält an einigen Orten eine grofse Menge von Granaten und Staurolithen eingeschlossen, besonders an der südwestlichen Kuppe. Die Granaten haben zuweilen die Gröfse einer Wallnufs; sie sind aber nie von reiner Farbe; sie sind so im Glimmerschiefer eingewikkelt, dafs selten ihre Krystallform erkennbar ist. Die Staurolithe kommen bald einzeln, bald als Zwillingskrystalle vor, in der bekannten Kreuzform, und sind von dunkelschwarzer Farbe. Doch findet man in der Tesma, die in der Nähe des Taganai ihren Ursprung nimmt, Bruchstücke von Krystallen, die in dünnen Splittern röthlich durchscheinend sind. Der Zug des Taganai ist durch ein ziemlich tiefes Längenthal von den Näsimski'schen Bergen getrennt, die auch aus Glimmerschiefer bestehen, und eben solche abgerundete Rücken mit hervorragenden schroffen Quarzkuppen bilden. Hier, in einer viel geringeren Höhe, als am Taganai, hat man wieder Granaten gefunden, in der Achmatow'schen Grube, an einem mit Wald bedeckten Orte, wo man gezwungen ist zu schürfen, um das unter der Dammerde verborgene Gestein zu sehen. Diese Granaten sind von reiner Farbe und deutlich krystallisirt, gröfstentheils in der Form des Leuzitoëders; sie brechen drusenartig auf den Klüften eines Chloritschiefers, der ein Lager im Glimmerschiefer zu bilden scheint; sie sind häufig von schönem krystallisirten Chlorit begleitet; derselbe Schiefer enthält auch zuweilen Epidot. Nicht weit davon findet man weifsen körnigen Kalkstein, der hier wahrscheinlich auch ein Lager im Glimmerschiefer bildet.

Westlich von Catharinenburg findet man noch Glimmerschiefer, er wird aber von der Tschussovaja durch-

brochen; weiter nach Norden scheint er ganz zu verschwinden. Die Wasserscheide besteht bei Catharinenburg, und nach Norden hinauf, bei Nishney-tagilsk, aus Hornblendegestein, Serpentin und Diorit; bei Bogoslowsk sind ebenfalls die höchsten Berge aus grofskörnigem Diorit zusammengesetzt.

An vielen Stellen, wo der Glimmerschiefer durchrissen ist und Vertiefungen bildet, insbesondere aber in dem Längenthale zwischenden Zügen des Taganai-Urenga und dem Ural finden sich grofse Ablagerungen von Brauneisenstein, und alle Eisenhütten in dieser Gegend ziehen von hier aus ihr Material — so an der Tesma, bei Kussa u. s. w. — Diese Eisensteinlager bestehen zum Theil aus reinem Brauneisenstein von dunkelbrauner Farbe, bald in grofsen unregelmäfsigen Massen, bald in getropfter Gestalt, hin und wieder bunt angelaufen; zum Theil ist ein sandsteinartiges Conglomerat, in welchem auch zuweilen Glimmerschieferbruchstücke angetroffen werden, hineingemischt.

In einem ähnlichen Verhältnisse zum Glimmerschiefergebirge steht der kalkreiche Sandstein, den man auf dem westlichen Abhange des Ural antrifft, und von dem schon bei der Beschreibung des Uralprofils die Rede gewesen ist. Der Glimmerschiefer bildet hier eine kesselartige Vertiefung, welche von diesem Sandstein ausgefüllt ist.

An der Tesma, 5 Werst von Slatoust, auf dem Wege nach dem Ural, mithin am westlichen Abhange desselben, nicht weit von einer der eben beschriebenen Eisensteingruben, findet man links am Wege anstehend Granit, der ein Lager im Glimmerschiefer zu bilden scheint, und eine besondere Erwähnung verdient. Dieser Granit ist ziemlich grobkörnig, besteht aus sehr weifsem Feldspath, grünlichweifsem Glimmer und wenig weifsem Quarz. Der Feldspath ist gröfstentheils dicht und zeigt nur hin und wieder Spuren von blättrigem Gefüge; das Gestein ist

nicht sehr fest, die Oberfläche besonders, die der Wirkung der Luft ausgesetzt ist, zerfällt fast ohne Widerstand. Eingemengt enthält dieser Granit rothen Granat und einzelne sechsseitige Säulen von Beryll von grünlichweifser Farbe, undurchsichtig und rissig; ferner kleine blaue Punkte, die man für Turmalin halten könnte.

Noch findet sich im Glimmerschiefer ein Lager von Granit, und ein zweites von dichter Hornblende, am östlichen Abhange des Urals. Das Lager von Granit hat eine Breite von 8 Werst; der Granit ist feinkörnig, der Feldspath von weifser Farbe, fast den Quarz ganz verdrängend, mit eingestreuten kleinen, schwarzen Glimmerblättchen. Die dichte Hornblende ist von derjenigen, deren Beschreibung hier folgt, und die zum Uebergangsgebirge gehört, nicht verschieden; im südlichen Ural soll der Glimmerschiefer mit Diorit abwechseln; auch der eingelagerte Granit hat viel Aehnlichkeit vom Uebergangsgranit, von dem weiter unten die Rede seyn wird.

Noch kann man, als Lager im Glimmerschiefer, wahrscheinlich den Gneifs hieher rechnen, von welchem man Blöcke auf der Höhe westlich von Slatoust zerstreut liegen sieht.

II. Hornblendefels, Diorit und Serpentin.

Diese drei Gebirgsarten wechseln so mannigfaltig mit einander, und gehen so vielfach in einander über, dafs es fast unmöglich ist, sie in der Beschreibung zu trennen. Zwischen den Zügen des Ural und Ilmen, in der Umgegend von Minsk, bilden sie niedrige Hügel, in einer Breite von etwa 30 Werst; nach Süden aber steigen sie ziemlich hoch an (etwa 1500 Fufs) und bilden die Naralinskischen Berge, welche dem Ural im Osten parallel laufen. Nach Norden habe ich sie bis Catharinenburg nicht untersucht; hier aber nimmt diese Formation schon eine grofse Breite ein, setzt sich in flachen Hügeln immer weiter nach Norden fort, 50 Werst westlich von

Nishney-tagilsk wird sie so mächtig, daſs weit und breit nichts als Diorit, Serpentin und Talkschiefer zu sehen ist, und daſs Diorit die Wasserscheide bildet, welche vorzugsweise mit dem Namen Ural belegt wird. Bei Nishney-Turinsk endlich und Bogoslowsk erhebt er sich zu Bergen, die mehr als 2000 Fuſs hoch seyn mögen.

a) *Der Serpentin* liegt am östlichen Abhange des Ural, nicht weit von Sirostan, sehr deutlich auf dem Glimmerschiefer, und mischt sich fast mit dem darauf folgenden Diorit. Hier ist er dunkelgrün, von dichtem, zähem Gefüge, mit häufigen krummflächigen Ablösungen, die fettig anzufühlen sind, hin und wieder von Diorit durchsetzt. Aus der Mischung des Diorits und Serpentin entsteht ein eignes Gestein, welches wie Serpentin mit eingestreutem Feldspath aussieht; zuweilen, wenn sich Kalkstein in der Nähe befindet, nimmt er auch Kalk auf.

Der schönste Serpentin, mit vielem eingestreuten Diallagon, und sehr reich an Magneteisenstein, findet sich bei Anninsky, am südlichen Ufer des kleinen Sees, der Anninsky vom Berge Uschkul trennt. Der Serpentin erhebt sich hier in mehreren kleinen Kuppen; der hellgrüne, glänzende Diallagon in kleinen Blättchen von einer Linie Durchmesser ist in eine dunkelgrüne Serpentinmasse eingestreut, die so viel Magneteisenstein enthält, daſs der Serpentin stark magnetisch ist. Er zeigt in abgerissenen Stücken eine starke Polarität, und wenn man eine Boussole auf eine solche Serpentinkuppe stellt, so dreht sie sich zuweilen ganz um, und zeigt mit dem Nordpol nach Süden; eine solche Stelle z. B. findet sich ganz nahe bei dem Lusthäuschen, das auf der Anhöhe am See erbaut ist. Hier befinden sich zwei solche Umdrehungspunkte ganz nahe neben einander. Ueberhaupt ist der Magnetismus nicht regelmäſsig vertheilt, und auf einzelne zu Tage stehende Punkte concentrirt, an manchen Stellen mehr angehäuft als an andern, und scheint sich nicht tief in die Masse hinein zu erstrecken.

Die

Die Basis des Uschkul, der sich kegelförmig und isolirt an dem entgegengesetzten Ufer des kleinen Sees erhebt, besteht aus demselben Serpentin; der Gipfel aber ist aus einem grobsplittrigen grauen Hornstein mit muschligem Bruch gebildet, der hie und da in mächtigen Trümmern hervorragt. Er enthält zuweilen kohlensauren Kalk in kleinen Körnchen eingeschlossen; zuweilen ist er von Kalk gleichsam durchdrungen, und er wird dann erdig und uneben im Bruch. Ob der Hornstein ein Lager im Serpentin bilde, oder ob die Kieselmasse auf den Serpentin abgesetzt worden, oder der Serpentin ihn erhoben, darüber ist es schwer auch nur eine Vermuthung aufzustellen, besonders da überall ein kräftiger Graswuchs das Gestein bedeckt. Der Uschkul erhebt sich etwa 800 Fufs über den See und etwa 2000 Fufs über die Meeresfläche.

Hie und da enthält der Serpentin Adern von Asbest, häufig geht er in Talk- und Chloritschiefer über; der letztere ist oft von Kalk durchzogen. Der Talkschiefer findet sich z. B. sehr ausgezeichnet 50 Werst westlich von Nishney-tagilsk, am westlichen Abhange des Urals, da wo sich die Platina findet, von der nachher die Rede seyn wird. Der Chloritschiefer und ein anderes talkiges Gestein, das man am Ural Beresit zu nennen pflegt, und in welchem die Beresow'schen Goldgruben liegen, kommt in merkwürdigen Verhältnissen vor, die eine besondere Beschreibung verdienen.

Beresow liegt 15 Werst nordöstlich von Catherinenburg, und ist jetzt die einzige Goldgrube am Ural, wo man das Gold anstehend in der Gangart findet, und mit Mühe durch Bergbau gewinnen mufs. Die ganze Gegend besteht aus Diorit, Dioritschiefer und Chloritschiefer; der sogenannte Beresit bildet mehrere ausgedehnte nach NO. streichende Lager, die sich mannigfaltig verzweigen, und welche von unter einander parallelen Quarzgängen quer durchsetzt sind; in diesem Quarz findet sich

das Gold eingesprengt. Der Beresit ist von gelblichweifser Farbe, gröfstentheils von feinschuppiger Textur, wie von Talkblättchen zusammengebacken; er ist zuweilen sehr zähe, zuweilen aber so verwittert, dafs er zu Staub zerfällt; zuweilen hat er das Ansehen eines Sandsteines. Er enthält nicht nur in seiner ganzen Masse eingestreute Punkte von Eisenoxyd, sondern auch zuweilen deutliche Krystalle von in Brauneisenstein verwandelten Schwefelkies. Die Quarzgänge, die den Beresit quer durchsetzen, enthalten Schwefelkies, der häufig in Brauneisenstein und Eisenocker übergegangen ist, in noch gröfserer Menge, und Gold in kleinen oft krystallisirten Körnern eingesprengt. Das Gold begleitet gewöhnlich den Brauneisenstein und Eisenocker; der letztere bildet an einigen Stellen ein lockeres von Kieselerde durchdrungenes Gewebe, das oft sehr reich an Gold ist. Der Reichthum an Gold nimmt, wie man mir gesagt hat, in der Tiefe ab. Deshalb gehen die Schachte nirgends sehr tief.

Die schönen rothen und grünen Bleierze, die vom Ural kommen, füllen ebenfalls Spalten in diesem Beresit aus; oft sind sie von Bleiglanz, selten von Weifsbleierz begleitet. Diese Fossilien werden indefs jetzt nur höchst selten angetroffen.

b) *Der Diorit* des Urals ist gröfstentheils sehr feinkörnig, und oft nur durch eine weifslichere Farbe vom Hornblendefels zu unterscheiden; doch zuweilen wird er grofskörnig, wie auf den Koushakowski'schen Bergen in der Nähe von Bogoslowsk. Hier sind grofse schwarze Hornblendekrystalle in weifsen dichten Feldspath eingeknetet. Am Fufse des Blagodal, eines Magnetberges bei Kuschwa, den ich weiter unten näher beschreiben werde, ist der Diorit überaus zähe und dicht, sehr feinkörnig und enthält kleine Krystalle von Hornblende porphyrartig eingeschlossen; dieser Diorit hat fast das Ansehen von Basalt. Man findet ihn zuweilen mit kuglichten Ablösungen. Bei Bogoslowsk enthält der Grünstein häufig

Kalkspath mandelsteinartig eingeschlossen (viel seltener Mesotyp); eben so bei Newionsk; wie überhaupt Kalkstein ein häufiger Begleiter des Grünsteins ist.

c) *Hornblendefels.* Die Hornblende des Urals ist gröſstentheils dicht, doch auch zuweilen, wie bei Catherinenburg, körnig; sie wechselt häufig mit dem Diorit ab, und ist überhaupt fast eben so ausgebreitet, als der Serpentin und Diorit, deren beständiger Begleiter sie ist. Von einer sehr breitstrahligen Hornblende wird bei der Beschreibung des Uebergangsgranits die Rede seyn.

In dem Gerölle des Diorits, Serpentins und der Hornblende findet sich das Waschgold, dessen Vorkommen weiterhin ausführlicher beschrieben ist.

Der Serpentin findet sich auch, wiewohl selten, auf dem westlichen Abhange des Glimmerschiefers.

III. Quarzige Gebilde, Uebergangssandstein, Grauwacke, Thonschiefer.

Der Uebergangssandstein ist schon oben beschrieben worden, wie er in der Nähe der Satka'schen Eisenhütte vorkommt; die Körner desselben sind nicht rund umher vom kalkigen Bindemittel umhüllt, sondern scheinen unmittelbar unter einander zusammenzuhängen, welches dem Gestein eine groſse Festigkeit giebt. Es ist, als ob sich Kalkmasse mit Kieselmasse in überwiegender Menge gemischt, und die letztere sich gröſstentheils zu Körnern zusammengezogen hätte; hin und wieder stellt der Sandstein bloſs eine derbe Quarzmasse dar.

Der Uebergangssandstein scheint zuweilen am westlichen Abhange des Ural unmittelbar auf den Glimmerschiefer zu folgen; auf der östlichen Seite, wo ich ihn nur bei Dolgaja Sloboda, auf dem Wege von Tschelebbe nach Catherinenburg, gefunden habe, scheint er hingegen, der Lage nach zu urtheilen, zu den jüngsten Gliedern der Uebergangsformationen zu gehören; doch ist die Gegend

hier flach und bedeckt, und erlaubt keine genaue Beobachtung.

Vielleicht kann man auch das Kieselgebilde hierher rechnen, welches die Spitze des Uschkul bei Anniusky bildet, und überhaupt alle die mannigfaltigen Jaspisarten, die man in der Uebergangsformation des Ural zerstreut findet. Diese Gebilde steigen bis zu einer bedeutenden Höhe an, und stehen darin nur dem Glimmerschiefer nach — und selbst in der Glimmerschieferformation bestehen, wie wir gesehen haben, die höchsten Kuppen aus Quarz. Grauwacke habe ich nur in Nishney-Turinsk, mitten im Dioritlande, gefunden; Thonschiefer auf dem Wege von Tschelebbe nach Catherinenburg.

IV. Uebergangskalk.

Der Uebergangskalk findet sich mehr oder weniger ausgedehnt neben dem Diorit- und Hornblendefels; hin und wieder steigt er als selbstständiges Gebirge ziemlich hoch empor, wie bei Kisnekejewa, gröfstentheils bildet er aber nur flache langgestreckte Hügel.

Er ist von weifslichgrauer Farbe, wird hin und wieder auch dunkelgrau, ist sehr zähe, von grofsmuschligem Bruch, und zuweilen sehr hart, welches von einer Beimischung von Quarz herrührt; er hat gewöhnlich keine deutliche Schichtung, sondern ist nur stark in mehreren Richtungen zerklüftet. Bei Bogoslowsk bildet er Höhlen und enthält Versteinerungen, welches übrigens selten der Fall ist.

Da, wo der Kalkstein an Diorit grenzt, stellt sich oft ein Lager von Kupfererze nein; so in Polekowsky, Kisnekejewa und Bogoslowsk. In Kisnekejewa bricht Malachit und Kupfergrün, selten Kupferblau; nicht weit davon, in Polekowsky, findet man aufserdem in dem dort vorkommenden Chloritschiefer schwarzen Turmalin, und schöne Drusen von Albit und Adular, und Kalkspath;

höchst selten unter den Albitkrystallen auch schöne vollkommen durchsichtige aber nur kleine Apatitkrystalle.

In den Turjinskischen Gruben, 20 Werst von Bogoslowsk, findet man Kupferkies, Kupferglanz, Rothkupfererz, gediegen Kupfer, Kupfergrün und Malachit, Schwefelkies und Blende, alles in einem Lager von Kalkstein, der da, wo er vom Granatfels bedeckt ist, ganz weifs und körnig wird. Höchst selten kommt mit den Kupfererzen Magneteisenstein in grofsen aber unvollkommen gebildeten, und zuweilen mit gediegenem Kupfer bedeckten Krystallen vor.

Körniger Kalkstein mit eingemengten Kupfererzen kommt auch in Nishney-Tagilsk vor. Die Kupfererze, dieselben die in Bogoslowsk vorkommen, befinden sich hier im Liegenden der grofsen Magneteisensteinformation, von der besonders die Rede seyn wird, und mischen sich dergestalt mit derselben, dafs die unteren Schichten des Magneteisensteins, da wo sich kupfererzführende Lager unter demselben finden, nicht mehr zu Eisen benutzt werden können, sondern nur zur Bereitung von Kupfer dienen.

Der Uebergangskalk, der am westlichen Abhange des Ural bei Kussa und nicht weit von der Satka'schen Eisenhütte vorkommt, ist schon oben beschrieben worden. Auch in der Nähe von Satka findet sich eine Höhle, so auch in Kungur, auf dem Wege von Catherinenburg nach Perm, auf dem westlichen Abhange des Ural. Bei Satka scheint der Kalkstein auf dem Sandstein zu ruhen.

V. Uebergangsgranit.

Es sey mir erlaubt, eine Gebirgsart, die gröfstentheils wie Granit zusammengesetzt ist, die aber in ihrem Verhältnifs zum Uebergangsgebirge, und durch einige zufällige Gemengtheile, dem Zirkonsyenit bei Christiania sehr ähnlich ist, Uebergangsgranit zu nennen.

Der Uebergangsgranit bildet eine eigene oft unter-

brochene Reihe von Hügeln, die an der Ostseite des Ural dem Hauptzuge parallel laufen. Die Haupterhebungen bilden sich im Osten von Miask und bei Werchoturie; auf den übrigen Punkten derselben Linie versteckt sich theils die Gebirgsart, oder ist nicht untersucht, theils wird sie von andern Gebirgsarten ersetzt, die in demselben Verhältnifs zum Uebergangsgebirge stehen, und deshalb wahrscheinlich, obgleich sie ihrem Gemenge nach sehr vom Granit verschieden sind, zu derselben Formation gehören. Hieher gehören der Magnet- und Granatfels. Freilich ist es schwer zu beweisen, dafs die Continuität des von Kyschtim bis Werchoturie häufig unterbrochenen Uebergangsgranits durch den Magnetfels hergestellt wird, indem die Gebirgsart das Eigne hat, mehr in einzelnen Reihen von Kuppen, als in fortgesetztem Zuge zu erscheinen.

Im Osten von Miask bildet der Uebergangsgranit das Ilmengebirge, welches sich von Süden nach Norden erstreckt, und dessen Schichten, da wo sie bemerkbar sind, welches übrigens sehr selten der Fall ist, steil nach Osten fallen. Er bildet langsam anhebende Hügel und erstreckt sich noch weit und breit am Fufse derselben hin, in wellenförmigen Ablagerungen; deshalb findet man nur wenig Bruchstücke und Gerölle, sondern fast überall anstehendes Gestein, obgleich es ziemlich leicht bricht und verwittert. Man braucht gewöhnlich nur den Rasen aufzukratzen, um gleich auf das anstehende Gestein zu stofsen; doch trägt er auch hin und wieder, da wo er nicht hoch hinansteigt, starke Waldung.

Die Zusammensetzung des Uebergangsgranits ist überaus mannigfaltig, und wechselt häufig mehrere Male innerhalb eines kleinen Raumes. Er ist gröfstentheils grofskörnig in den niedrigen Punkten, und wird feinkörniger in höhern; die Gemengtheile des grofskörnigen sind ungleich mannigfaltiger. Die Hauptbestandtheile desselben sind weifser Feldspath und schwarzer Glimmer, wenig

Quarz, sehr selten Hornblende; der Feldspath hat immer die Ueberhand, weshalb das Gestein fast überall eine weiſse Farbe hat. Der Feldspath zeigt gröſstentheils deutlich seinen blättrigen Bruch, doch tritt er selten in einer bestimmbaren äuſsern Krystallform auf.

Die ersten Gruben — ausgehauene, mehrere Fuſs tiefe Löcher — befinden sich 6 Werst in NO. von Miask, in der Nähe des Ilmensees, am Abhange eines langsam ansteigenden Hügels. Hier findet sich dicht neben einander, doch in verschiedenen Gruben, erst ein Uebergangsgranit von mittlerem Korn, bestehend aus sehr weiſsem Feldspath, schwarzem Glimmer, Eläolith und wenig Quarz, mit in der ganzen Masse zerstreut liegenden Zirkonen; die Zirkone sind deutlich krystallisirt, von hellbrauner Farbe, gewöhnlich undurchsichtig, selten halbdurchsichtig, von der Gröſse eines Sandkorns bis zu einen Durchmesser von einem Zoll. Etwas weiter ein sehr groſskörniges Gemenge desselben Feldspaths und Glimmers, mit eingeschlossenem Eläolith und Lasurstein; der dunkelschwarze Glimmer bildet zuweilen sechsseitige Säulen von einem Fuſs Durchmesser; der Feldspath, obgleich nirgends eine bestimmte äuſsere Form annehmend, in verhältniſsmäſsig groſsen, dicken Blättern von blendender Weise. Der Lasurstein ist nur hin und wieder dunkelblau gefärbt, und zeigt hier Spuren von blättrigem Bruch; sondern ist er von blaulichgrauer blasser Farbe, dichtem unebenem Bruch und bildet Adern im Eläolith.

In geringer Entfernung von diesen Gruben sind noch andere, die ebenfalls am Abhange eines Hügels angelegt sind, der aber etwas höher hinansteigt. Hier finden sich unten wieder Zirkone, etwas höher hinauf Spinell, und in mehreren anderen Gruben Titaneisenstein, Magneteisenstein, Apatit, und ein eignes Fossil, das man bisher für Gadolinit ansah, welches aber, nach neuern Untersuchungen, eine eigne Verbindung von Titanoxyd und Zirkonerde seyn soll; alle diese Mineralien sind in demselben weiſsen

Feldspath mit schwarzem Glimmer eingestreut. Am Fuſse des Hügels bricht eine bedeutende Masse hellgrüner, strahliger Hornblende mit eingestreuten kleinen schwarzen Glimmerblättchen und mikroskopischen Zirkonkrystallen hervor. Auf der Höhe wird der Granit feinkörniger, hin und wieder sind die Glimmerblättchen schichtenartig angeordnet; hier ist sein Streichen NO., sein Fallen bald östlich, bald westlich.

Sieben Werst weiter, in einer noch eingeengteren Lage, am Fuſse eines ziemlich steil und hoch ansteigenden Berges, findet man groſse Rollstücke derselben Gebirgsart, die zollgroſse Stücke von braunem Demantspath enthalten; hier findet sich auch wieder Apatit und Titaneisenstein, der letztere zuweilen in sehr groſsen Krystallen. Auf der Höhe des Berges befindet sich eine merkwürdige Höhle; Stücke, die ich in der Nähe losbrach, bestanden aus Kalkstein mit einer groſsen Menge eingeschlossener Apatite, der Kalkstein war von weiſslicher Farbe, kleinkörnig, sehr bröcklicht. Es war also ein groſses Stück Kalkstein, rund umher von Uebergangsgranit eingeschlossen, und ich möchte sagen, sichtlich emporgehoben; denn in der Umgegend erhebt sich nirgends der Kalkstein zu einer solchen Höhe.

Dieſs sind die höchsten und von Miask entferntesten Punkte des Ilmengebirges, die ich besucht habe; in gröſserer Entfernung findet man vollkommen wasserhelle kleine Topase und meergrünen Beryll, von dem ich in Miask ein Exemplar sah.

Hierauf wurden die niedern Punkte dieses merkwürdigen Gebirges untersucht, die in der Nähe und auf der andern Seite des Ilmensees liegen. Die Gegend ist sehr sumpfig, und kann nur zu Pferde besucht werden; sie besteht aus abgesonderten, vielfach zerrissenen, platten Hügeln. Das Gestein ist groſskörnig und ebenfalls wie Granit zusammengesetzt. Auſser dem grünen Feldspath (Amazonenstein), dem schwarzen Glimmer, und dem gröſs-

ıtheils rauchbraunen Quarz, enthält es auch mehrere
ıstandtheile, die den oben beschriebenen Uebergangs-
ınit charakterisiren, Zirkone, Titaneisenstein; aufserdem
ıdet man in demselben Topas, Granat, Apatit von dun-
lgrüner Farbe und sehr selten Titanit. Zuweilen ist
r Feldspath von weifser Farbe, und nimmt dann mit-
ıter eine sonderbare, auseinanderlaufend strahlige Structur
ı; in diesem Zustande färbt er sich zuweilen braun,
ırch Beimischung von Titaneisen, und sieht dann dem
nthophyllit sehr ähnlich, unterscheidet sich aber von
m durch seine Schmelzbarkeit und seinen blättrigen
ruch, welcher der Längenrichtung der Strahlen folgt.

Noch verdient eine besondere Formation erwähnt zu
rerden, die bei Kyschtim vorkommt, 100 Werst nörd-
ıch von Miask, in grofsen Rollstücken, da wo auch Gold
ewaschen wird; diese besteht aus einem dichten Feld-
path, mit einer grofsen Menge eingemengter blauer Ko-
undkrystalle von mehreren Linien Länge. Es sind gröfs-
entheils die bekannten sehrs pitzigen sechsseitigen Dop-
elpyramiden, doch selten deutlich krystallisirt, und fast
nmer gebogen, und mehrere Individuen mit einander ver-
rachsen. Zuweilen findet man den Korund auch in Chlo-
it eingeschlossen.

Diese einzige Gebirgsart, die das Ilmengebirge bei
liask zusammensetzt, besteht also aus folgenden 18 ver-
hiedenen Mineralgattungen: Feldspath (grüner und wei-
er), Glimmer, Hornblende, Quarz (rauchbrauner und
asserheller), Eläolith, Lasurstein, Zirkon, Spinell, Ti-
ıneisen, Titanit, Magneteisen, Apatit, Beryll, Topas,
orund (brauner sogenannter Demantspath und blauer),
ranat, Flufsspath und endlich das neue Fossil, welches
ne Mischung von Titanoxyd und Zirkonerde ist, und
üher für Gadolinit gehalten wurde.

In Werchoturie besteht der Uebergangsgranit fast
ofs aus einem grofsblättrigen, weifsen Feldspath mit
ıgesprengtem Glimmer, hin und wieder Granat, wenig

Quarz. An einen Felsabsturuz, dicht am Ufer des Tura, entdeckte ich eine Menge kleiner, schwarzer Prismen von 115°, die leicht vor dem Löthrohre schmelzen, die ich aber nicht näher habe bestimmen können. Etwas näher bei der Stadt fand ich auch Titaneisen darin. Der Uebergangsgranit steigt hier nicht hoch an, bildet aber steile Kuppen. Da ich wegen vorgerückter Jahreszeit nicht lange hier verweilen konnte, so war es unmöglich, diese merkwürdige Gegend genauer zu untersuchen.

VI. Magnetfels.

Der Magnetfels liegt auf der Linie des eben beschriebenen Uebergangsgranit und dem Hauptzuge des Ural im Osten, bildet, wie jene, einzelne Kuppen, und besteht, wie jene, gröfstentheils aus Feldspath, nur ist demselben eine grofse Menge Magneteisenstein beigemengt; man erinnere sich indessen, dafs der Ilmenische Uebergangsgranit hie und da Magneteisen enthält, nur in sehr geringer Menge.

Die Hauptniederlagen des Magnetfels finden sich im Osten von Kuschwa und Nishney-Tagilsk; in Kuschwa bildet er den Blagodat, einen kuppenartigen Berg von etwa 450 Fufs Höhe. In Nishney-Tagilsk erhebt er sich nicht so hoch, nimmt aber auch da eine grofse Breite ein. In Nishney-Tagilsk liegt er deutlich auf dem oben beschriebenen Uebergangskalk; ein Beweis mehr, dafs er zu derselben Formation gehört, als der Uebergangsgranit. Der Magnetfels des Blagodat besteht aus röthlichem, dichten Feldspath, und derben Magneteisenstein, der gewöhnlich ganz feinkörnig ist, selten kleine octaëdrische Krystalle zeigt. In den niedrigeren Punkten und insbesondere am östlichen Abhang, scheidet sich der Magneteisenstein fast ganz rein aus, und hier wird er besonders bearbeitet; in den höhern Punkten hingegen befindet sich neben dem Feldspath und Magneteisen noch fein eingestreuter Schwefelkies.

In Nishney-Tagilsk wird da, wo der Magnetfels auf
em kupfererzführenden Uebergangskalk ruht, dieses ganz
eifs und krystallinisch. Dieselbe Erscheinung wieder-
olt sich in Bogoslowsk, da wo eine andere parallele
ormation, nämlich der Granatfels, auf dem Uebergangs-
alk liegt. Von dem krystallinisch gewordenen Ueber-
angskalk, der an den Uebergangsgranit vom Ilmen grenzt,
var schon oben die Rede.

VII. Granatfels.

Bei Bogoslowsk wird das erzführende Uebergangs-
alklager von einer eignen Masse durchbrochen und zum
Theil bedeckt, die eine besondere Erwähnung verdient.
chon im Uebergangsgranit bei Miask und bei Wercho-
urie ist Granat als Gemengtheil nicht selten; hin und
vieder hat er selbst eine braune Farbe. Dieser braune
Granat findet sich nun bei Bogoslowsk (in der Frolow-
chen Grube) in grofsen Massen derb, hin und wieder
rystallisirt in den gewöhnlichen Rautendodecaëdern, ein
n 50 Fufs dickes Lager auf dem weifsen, körnigen ku-
fererzeführenden Kalkstein bildend, doch an einer Stelle
ch auch unter den Kalkstein wendend.

VIII. Gold und Platin.

Wie sich das Gold in Beresow anstehend findet,
it schon oben beschieben worden. Als Waschgold fin-
et es sich am ganzen östlichen Abhange des Ural, von
Iiask bis Bogoslowsk hinauf, und wird an vielen Stel-
en, an die sich durch neue Entdeckungen fast täglich
eue reihen, mit gröfserem oder geringerem Vortheil aus-
ewaschen. In Beresow z. B. findet es sich dicht neben
en Bergwerken in den Niederungen abgelagert; man hat
inge mühsam unter der Erde gearbeitet, ohne zu ahnen,
afs man es von der Oberfläche leichter und in viel grö-
erer Menge haben konnte.

Am westlichen Abhange des Ural findet sich das

tende Ablagerungen am westlichen Abhange des
wie bei Nishney-Tagilsk, doch ohne die Dioritforn
zu verlassen. Bei Nishney-Tagilsk besteht nämlic
Hauptzug des Urals (die Wasserscheide) aus Diori

Die Rollstücke von Felsarten, die das Wasc
begleiten, sind insbesondere Serpentin, Diorit und
d. h. Bruchstücke der rund umher anstehenden Fel
sen; dann aber auch Quarz, Magneteisenstein als
Staub in erbsengroſsen Octaëdern (wahrscheinlich au
und verwitterten Serpentin herausgefallen). Es ist ei
niger Sand, bald gelb, bald braun und der Dammerd
lich; dieser Sand liegt in 1 bis 2 Fuſs dicken Ablag
gen dicht unter der Dammerde, zuweilen auch in
nen Parthieen vertheilt in den oberflächlichen Höhl
des Dioritschiefers, aus welchem der Boden besteht

Das Platin findet sich eben so, doch wiede
Nishney-Tagilsk nicht von Magneteisenstein, sonder
Titaneisensand begleitet.

Merkwürdig ist das Zusammenvorkommen des
des und Platins mit Eisen; des ersteren mit Magnet
des letzteren mit Titaneisen. Das Beresowsche
welches in Quarzgängen vorkommt (siehe die obig
schreibung), ist auch vorzugsweise in Eisenoxydn
abgesetzt. Ja selbst die Brauneisensteine am westl

V. *Ueber die von der Windesrichtung abhängigen Veränderungen der Dampfatmosphäre; von H. W. Dove.*

Seitdem wir durch die Fortschritte der Hygrologie Instrumente besitzen, durch welche wir die Elasticität des in der Atmosphäre zu einer bestimmten Zeit befindlichen Wasserdampfes angeben können, ist es möglich geworden, die Veränderungen der Dampfatmosphäre von denen der Luftatmosphäre gesondert zu betrachten. Diese Sonderung ist darum nothwendig, weil in der Regel die Elasticität des Wasserdampfes zunimmt, während der Druck der trocknen Luft abnimmt. Da nun das Barometer die Summe des Druckes beider Atmosphären angiebt, so kann man aus seinen Veränderungen nur dann mit Sicherheit irgend ein meteorologisches Resultat ziehen, wenn man nachweisen kann, welche von den beiden in entgegengesetztem Sinne stattfindenden Veränderungen die überwiegende sey.

Durch eine Berechnung der Pariser Beobachtungen ergab sich, dafs mit westlichen Winden das Barometer steigt, mit östlichen fällt. Diese Erscheinung ist eine unmittelbare Folge der gesetzmäfsigen Drehung des Windes von S. durch W., weil, wenn sie stattfindet, die westlichen Winde ein Uebergang der südlichen in die nördlichen sind, die östlichen ein Uebergang der nördlichen in die südlichen, der barometrische Werth der nördlichen aber gröfser ist, als der der südlichen. Da aber die Elasticität des Wasserdampfes bei nördlichen Winden geringer als bei südlichen ist, so müssen in Beziehung auf Steigen und Fallen die Veränderungen der Dampfatmosphäre sich gerade umgekehrt wie die baro-

metrischen, die Veränderungen der trocknen Luftatmosphäre sich wie die barometrischen verhalten.

Um diefs zu untersuchen habe ich die von Daniell vom September 1819 bis August 1822 zu London mit seinem Hygrometer angestellten Beobachtungen berechnet, nicht aber, wie früher, dabei die Elasticitätstabelle von Dalton, sondern die von Daniell, *Ess. and Obs. p.* 157. 2te Ausg., berechnete zum Grunde gelegt. Natürlich ist für jede einzelne Beobachtung des Hygrometers die Elasticität bestimmt worden, nicht aber die dem mittleren Thaupunkt entsprechende.

Bezeichnet p den Druck der trocknen Luft, e die Elasticität des Wasserdampfes, B den Barometerstand, x den von dem Nullpunkt der Windrose in ihr gezählten Winkel, so ist, wenn

$$p^{(x)} = a + a' \sin(x + \alpha') + a'' \sin(2x + \alpha'')$$
$$e^{(x)} = b + b' \sin(x + \beta') + b'' \sin(2x + \beta'')$$
$$B^{(x)} = c + c' \sin(x + \gamma') + c'' \sin(2x + \gamma'')$$

die dritte Gleichung aus den beiden ersten unmittelbar gegeben. Es ist nämlich:

$$c = a + b$$
$$c' \cos \gamma' = a' \cos \alpha' + b' \cos \beta'$$
$$c' \sin \gamma' = a' \sin \alpha' + b' \sin \beta'$$
$$c'' \cos \gamma'' = a'' \cos \alpha'' + b'' \cos \beta''$$
$$c'' \sin \gamma'' = a'' \sin \alpha'' + b'' \sin \beta''.$$

Die Daniell'schen Beobachtungen gaben in englischem Maafs folgende Mittel:

	Trockne Luft.	Elast. d. Dampfes	Atmosphäre.	Anzahl.
NO.	29",716	0",304	30",020	402
O.	29 ,674	0 ,334	30 ,008	240
SO.	29 ,463	0 ,414	29 ,877	333
S.	29 ,314	0 ,436	29 ,750	207
SW.	29 ,370	0 ,418	29 ,788	666
W.	29 ,474	0 ,379	29 ,853	654
NW.	29 ,547	0 ,334	29 ,881	519
N.	29 ,633	0 ,316	29 ,949	264

Die hieraus berechneten Formeln sind (x von N. als Nullpunkt nach O. gezählt)

$$p^{(x)} = 29'',52387 + 0'',18314 \sin(x + 58^\circ 16') + 0'',05373 \sin(2x + 290^\circ 43')$$

$$e^{(x)} = 0'',36687 + 0'',06675 \sin(x + 254^\circ 58') + 0'',01172 \sin(2x + 123^\circ 41')$$

$$B^{(x)} = 29'',89075 + 0'',12089 \sin(x + 49^\circ 10') + 0'',04239 \sin(2x + 287^\circ 9').$$

Vergleicht man nun die hieraus berechneten Werthe mit den beobachteten, so erhält man:

	Berechnete Werthe.			Untersch. d. beob. u. ber. Werthe		
	Trockne Luft.	Elast. d. Dampfes.	Atmosphäre.			
NO.	29'',7211	0'',3027	30'',0238	−0'',005	+0'',001	−0'',004
O.	29 ,6704	0 ,3398	30 ,0103	+0 ,004	−0 ,006	−0 ,002
SO.	29 ,4628	0 ,4066	29 ,8694	0 ,000	+0 ,007	+0 ,007
S.	29 ,3179	0 ,4409	29 ,7588	−0 ,004	−0 ,005	−0 ,009
SW.	29 ,3646	0 ,4180	29 ,7827	+0 ,005	0 ,000	+0 ,005
W.	29 ,4778	0 ,3744	29 ,8522	−0 ,004	+0 ,005	+0 ,001
NW.	29 ,5469	0 ,3401	29 ,8871	0 ,000	−0 ,006	−0 ,006
N.	29 ,6293	0 ,3123	29 ,9417	+0 ,004	+0 ,004	+0 ,008

Da die berechneten Werthe von den beobachteten nie um ein Hunderttheil eines englischen Zolls abweichen, so kann man annehmen, dafs jene Gleichungen die Abhängigkeit des Druckes der Luft, der Elasticität des Wasserdampfes und des Barometerstandes von der Windesrichtung nahe darstellen. Zeigen aber die beobachteten Mittel eine grofse Regelmäfsigkeit, so darf man hoffen, dafs auch der Uebergang derselben in einander, oder, was dasselbe ist, die Veränderungen bei den einzelnen Winden ein bestimmtes Gesetz befolgen werden, wenn nämlich den Veränderungen der Windesrichtung selbst ein Gesetz zum Grunde liegt. Da Barometer und Hygrometer dreimal täglich beobachtet sind, nämlich Morgens, Nachmittags und Abends, die Windesrichtung hingegen die mittlere des Tages ist, so können durch diese Beobachtungen die von derselben abhängigen Verände-

rungen abgeleitet werden, wenn man die Beobacht
für die täglichen Veränderungen corrigirt. Diese
rectionen sind für:

	Morgens.	Nachmittags.	Aber
die trockne Luft	—0,007	+0,015	—0,
der Wasserdampf	0	—0,006	+0,
die Atmosphäre	—0,007	+0,009	—0,

Der hiernach verbesserte Gang der von der
desrichtung abhängigen Veränderungen ist:

	Morgens.	Nachmittags.	Abends.	Untersc Morg. u
		Trockne Luft		
NO.	29″,701	29″,722	29″,724	—0
O.	29 ,676	29 ,671	29 ,674	+0
SO.	29 ,492	29 ,459	29 ,437	+0
S.	29 ,343	29 ,304	29 ,293	+0
SW.	29 ,385	29 ,367	29 ,360	+0
W.	29 ,467	29 ,476	29 ,478	—0
NW.	29 ,529	29 ,554	29 ,568	—0
N.	29 ,595	29 ,646	29 ,658	—0
		Dampfatmosphäre.		
NO.	0″,309	0″,298	0′,304	+0
O.	0 ,340	0 ,332	0 ,330	+0
SO.	0 ,407	0 ,422	0 ,413	—0
S.	0 ,431	0 ,443	0 ,435	—0
SW.	0 ,414	0 ,423	0 ,416	—0
W.	0 ,379	0 ,380	0 ,379	—0
NW.	0 ,338	0 ,332	0 ,331	+9
N.	0 ,327	0 ,307	0 ,313	+0
		Barometrische Veränderungen.		
NO.	30″,010	30″,020	30 ,028	—0′
O.	30 ,016	30 ,003	30 ,004	+0
SO.	29 ,899	29 ,881	29 ,850	+0
S.	29 ,776	29 ,747	29 ,728	+0
SW.	29 ,799	29 ,790	29 ,776	+0
W.	29 ,846	29 ,856	29 ,857	—0
NW.	29 ,867	29 ,886	29 ,899	—0
N.	29 ,922	29 ,953	29 ,971	—0

Es ergeben sich hieraus folgende Sätze:

1) Auf der Westseite der Windrose nimmt der Druck der trocknen Luft zu, auf der Ostseite ab.
2) Auf der Westseite der Windrose nimmt die Elasticität des Wasserdampfes ab, auf der Ostseite zu.
3) Da auf der Westseite die Zunahme des Druckes der trocknen Luft gröfser ist, als die Abnahme der Elasticität des Wasserdampfes, und auf der Ostseite die Zunahme der Elasticität des Wasserdampfes geringer, als die Abnahme des Druckes der trocknen Luft ist, so steigt das Barometer, welches beide Veränderungen zugleich angiebt, mit westlichen Winden, fällt mit östlichen.

Vergleicht man diese Resultate mit den quantitativen Werthen der Mittel der einzelnen Winde, so entsprechen sie einer Drehung des Windes von S. W. N. O. S. Es schien mir nicht ohne Interesse zu seyn, zu den früher für dieselbe gegebenen Beweisen diesen neuen hinzuzufügen, da ein Satz nur dann als richtig angesehen werden darf, wenn er sich an allen möglichen Prüfungen als richtig bewährt.

Bei dieser Berechnung habe ich nicht auf die ungleiche Vertheilung der Anzahl der Winde innerhalb der Jahreszeiten Rücksicht genommen, weil die Anzahl aller Beobachtungen zu gering war. Der Einflufs, welchen jener auf das Resultat hat, ist ein doppelter, indem nämlich der relative Werth der Windmitttel selbst sich ändert, aufserdem aber der Gang der täglichen Veränderungen, für welche die Beobachtungen corrigirt werden müssen. Wie grofs jener Einflufs sey, wird aus den folgenden Tafeln und der folgenden Abhandlung sich leicht beurtheilen lassen.

Trockne Luft.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
NO.	29",745	29",747	29",657	29",718
O.	29 ,742	29 ,708	29 ,526	29 ,670
SO.	29 ,406	29 ,485	29 ,491	29 ,476
S.	29 ,485	29 ,357	29 ,209	29 ,006
SW.	29 ,459	29 ,454	29 ,282	29 ,268
W.	29 ,722	29 ,438	29 ,366	29 ,361
NW.	29 ,707	29 ,585	29 ,505	29 ,423
N.	29 ,782	29 ,631	29 ,569	29 ,605

Dampfatmosphäre.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
NO.	0",197	0",279	0",408	0",336
O.	0 ,194	0 ,364	0 ,488	0 ,338
SO.	0 ,270	0 ,385	0 ,542	0 ,433
S.	0 ,316	0 ,399	0 ,599	0 ,435
SW.	9 ,322	0 ,369	0 ,543	0 ,459
W.	0 ,288	0 ,345	0 ,487	0 ,396
NW.	0 ,242	0 ,298	0 ,441	0 ,341
N.	0 ,213	0 ,286	0 ,421	0 ,292

Barometrischer Druck.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
NO.	29",942	30",026	30",065	30",054
O.	29 ,936	30 ,072	30 ,014	30 ,008
SO.	29 ,676	29 ,870	30 ,033	29 ,909
S.	29 ,801	29 ,756	29 ,808	29 ,441
SW.	29,781	29,823	29 ,825	29 ,727
W.	30 ,010	29 ,783	29 ,853	29 ,757
NW.	29 ,949	29 ,883	29 ,946	29 ,764
N.	29 ,995	29 ,917	29 ,990	29 ,897

Anzahl der Beobachtungen.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
NO.	36	33	35	30
O.	22	23	15	20
SO.	26	27	31	27
S.	17	18	17	17
SW.	61	57	50	54
W.	56	56	57	49
NW.	37	40	44	52
N.	16	22	27	23

Wenn auch eine dreijährige Beobachtungsreihe zu kurz ist, um den aus ihr abgeleiteten Bestimmungen vollkommne Sicherheit zuzuschreiben, so zeigt doch die Vertheilung der Elasticität des Wasserdampfes innerhalb der Windrose selbst in den vierteljährlichen Mitteln eine solche Regelmäſsigkeit, daſs sie einiges Vertrauen zu verdienen scheinen. Sollte sich durch längere Beobachtungsreihen der Satz bewähren, daſs der Unterschied der Elasticität des Wasserdampfes bei nördlichen und südlichen Winden gerade im Sommer am gröſsten ist, so würde sich daraus sehr einfach die bekannte Erfahrung ableiten lassen, daſs die Niederschläge des Sommers viel mehr Wasser geben, als die des Winters bei gleicher Dauer des Niederschlags. Denn wenn auch im Sommer die Niederschläge des Courant ascendant vielleicht eben so häufig als die der Vermischung der Winde sind, welche im Winter fast allein den Niederschlag bedingen, so geschehen doch auch im Sommer viele durch die letztere Ursache. Die angeführten Beobachtungen würden aber für eine Drehung des Windes von S. nach NO. im Sommer eine Abnahme der Elasticität des Dampfes von 0″,191, im Winter von SW. nach O. nur 0″,128 geben.

In Beziehung auf die Vertheilung des Druckes der trocknen Luft in der Windrose ist es auffallend, daſs die Mittel für S. SW. W. NW. vom Winter an das ganze Jahr hindurch continuirlich abnehmen, dann vom Herbst zum Winter plötzlich zunehmen. Aber dieſs Resultat scheint sehr unzuverlässig, da, wenn man die Windmittel in jeder Jahreszeit unter einander vergleicht, besonders im Winter groſse Unregelmäſsigkeiten in der Vertheilung sich zeigen, welche in den barometrischen Werthen natürlich ebenfalls bemerklich sind. Diese Unregelmäſsigkeiten sind gewiſs nicht constante durch die Lage von London bedingte locale Abweichungen, sie haben einen zufälligen Grund darin, daſs unter den zur Berechnung benutzten Jahren sich das Jahr 1821 befin-

det, dessen Winter durch das auffallende Minimum im December so ausgezeichnet war. Da nun während desselben am häufigsten NW. und SO. abwechselten, so haben diese Winde zu niedrige Mittel erhalten.

Um nun beurtheilen zu können, in wiefern sich auch die vierteljährlichen Mittel einer regelmäfsigen Vertheilung nähern, wie sie die jährlichen zeigten, habe ich aus ihnen folgende Formeln abgeleitet:

Trockne Luft.

Winter.

$$p^{(x)} = 29'',631 + 0'',17804 \sin(x + 89^\circ\, 15') + 0'',05426 \sin(2x + 294^\circ\, 48')$$

$$e^{(x)} = 0'',25525 + 0'',06664 \sin(x + 232^\circ\, 24') + 0'',01188 \sin(2x + 81^\circ\, 32')$$

$$B^{(x)} = 29'',88625 + 0'',13094 \sin(x + 107^\circ) + 0'',04479 \sin(2x + 303^\circ\, 10')$$

Frühling.

$$p^{(x)} = 29'',55062 + 0'',17135 \sin(x + 53^\circ\, 38') + 0'',05132 \sin(2x + 309^\circ\, 40')$$

$$e^{(x)} = 0'',34062 + 0'',05969 \sin(x + 274^\circ\, 2') + 0'',01061 \sin(2x + 214^\circ\, 26')$$

$$B^{(x)} = 29'',89125 + 0'',13171 \sin(x + 36^\circ\, 38') + 0'',05145 \sin(2x + 297^\circ\, 49')$$

Sommer.

$$p^{(x)} = 29'',45062 + 0'',18970 \sin(x + 56^\circ\, 49') + 0'',03187 \sin(2x + 243^\circ\, 26')$$

$$e^{(x)} = 0'',49112 + 0'',08641 \sin(x + 266^\circ\, 11') + 0'',01381 \sin(2x + 125^\circ\, 24')$$

$$B^{(x)} = 29'',94174 + 0'',12196 \sin(x + 36^\circ\, 30') + 0'',02816 \sin(2x + 217^\circ\, 47')$$

Herbst.

$$p^{(x)} = 29'',44087 + 0'',27562 \sin(x + 52^\circ\, 56') + 0'',10723 \sin(2x + 281^\circ\, 42')$$

$$e^{(x)} = 0'',37875 + 0'',07642 \sin(x + 254^\circ\, 51') + 0'',00554 \sin(2x + 341^\circ\, 34')$$

$$B^{(x)} = 29'',81962 + 0'',20672 \sin(x + 45^\circ) + 0'',11012 \sin(2x + 284^\circ\, 12')$$

Die hieraus für die 8 Hauptwinde berechneten Werthe habe ich in den folgenden Tafeln zusammengestellt.

Trockne Luft.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
NO.	29",7813	29",7528	29",6220	29",7356
O.	29 ,6826	29 ,6917	29 ,5830	29 ,7120
SO.	29 ,4840	29 ,4921	29 ,4260	29 ,3811
S.	29 ,4037	29 ,3731	29 ,2634	29 ,1159
SW.	29 ,5262	29 ,4140	29 ,2507	29 ,1896
W.	29 ,6779	29 ,4885	29 ,3753	29 ,37970
NW.	29 ,7325	29 ,5436	29 ,5037	29 ,4572
N.	29 ,7597	29 ,6491	29 ,5809	29 ,5558

Dampfatmosphäre.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
NO.	0",1909	0",2928	0",4181	0",3177
O.	0 ,2028	0 ,3508	0 ,4741	0 ,3605
SO.	0 ,2621	0 ,3944	0 ,5560	0 ,4115
S.	0 ,3198	0 ,3942	0 ,5886	0 ,4508
SW.	0 ,3231	0 ,3710	0 ,5482	0 ,4503
W.	0 ,2842	0 ,3424	0 ,4857	0 ,4005
NW.	0 ,2449	0 ,3043	0 ,4422	0 ,3355
N.	0 ,2142	0 ,2750	0 ,4162	0 ,3032

Barometrische Werthe.

	Winter.	Frühling.	Sommer.	Herbst.
NO.	29",9722	30",0455	30",0401	30",0533
O.	29 ,8854	30 ,0425	30 ,0571	30 ,0725
SO.	29 ,7461	29 ,8866	29 ,9821	29 ,7926
S.	29 ,7235	29 ,7673	29 ,8520	29 ,5667
SW.	29 ,8493	29 ,7850	29 ,7989	29 ,6399
W.	29 ,9621	29 ,8309	29 ,8620	29 ,7802
NW.	29 ,9774	29 ,8479	29 ,9459	29 ,7926
N.	29 ,9739	29 ,9242	29 ,9970	29 ,8590

VI. *Ueber die täglichen und jährlichen Veränderungen der Dampfatmosphäre; von H. W. Dove.*

Bekanntlich ist, wenn man die täglichen Veränderungen des Barometers durch die Formel:

$$E^{(x)} = a + a' \sin(x + \alpha') + a'' \sin(2x + \alpha'')$$

darstellt, der Coëfficient a' des von dem einfachen Stundenwinkel abhängigen Gliedes bedeutend kleiner als der Coëfficient a'' des von dem doppelten Stundenwinkel abhängigen. Da nun die nach diesen Formeln berechneten Werthe sich mehr an die beobachteten anschliefsen, wie Hällström gezeigt hat, so scheinen die täglichen Veränderungen des Barometers aus zwei Veränderungen zu bestehen, von denen die kleineren eine 24stündige, die gröfseren eine 12stündige Periode befolgen. Weil aber die Veränderungen der Dampfatmosphäre sich immer nahe an die Temperaturveränderungen anschliefsen, so ist es wahrscheinlich, dafs innerhalb der täglichen Periode die Elasticität des Dampfes nur 1 Maximum und 1 Minimum habe. Wären diese Extreme um 12 Stunden von einander entfernt, und das Steigen in der einen Hälfte des Tages gleich dem Fallen in der andern, fände dasselbe für die um 6 Stunden von ihren entsprechenden Minimis abstehenden beiden Maxima des Druckes der trocknen Luft statt, so würde das Glied $a' sin(x + \alpha')$ die täglichen Veränderungen der Dampfatmosphäre, das Glied $a'' sin(x + \alpha'')$ die täglichen Veränderungen der Atmospäre der trocknen Luft angeben. Obgleich eine solche Symmetrie wenig wahrscheinlich ist, so wird sie doch näherungsweise stattfinden. Wie grofs diese Annäherung sey, läfst sich nur durch stündliche Barometer- und Hygrometerbeobachtungen entscheiden. Wie sehr diefs aber einer nähern Prüfung bedürfe, werden folgende Betrachtungen zeigen.

Dafs mit steigender Temperatur innerhalb des Jahres die Verdunstung zunehme, haben zahlreiche, besonders in England angestellte Beobachtungen bestätigt, seitdem Dobson durch vierjährige Beobachtungen zu Liverpool v. 1772 bis 1775 gezeigt hatte, dafs sie vom December, wo sie von einer freien Wasserfläche 1'',49 engl. betrug, bis zum Juni bis 5'',11 continuirlich zunehme, dann wieder abnehme. Hingegen weifs ich nicht, ob

man längere Beobachtungsreihen für die Veränderungen der Verdunstungsmenge innerhalb der täglichen Periode besitzt. Nähme die Temperatur in demselben Verhältnifs zu als die Verdunstung, und träten sonst keine störenden Ursachen ein, so würde der Abstand des Thaupunktes von der Temperatur derselbe bleiben, oder in Beziehung auf das Haar-Hygrometer ausgesprochen, der Grad desselben sich im Mittel nicht ändern. Aber schon Saussure hat gefunden, dafs das Maximum der Feuchtigkeit in der Ebene in der Regel eine Stunde nach Sonnenaufgang, das Minimum 3 oder 4 Uhr Nachmittags falle, dafs also der Gang der relativen Feuchtigkeitsveränderungen der umgekehrte der thermischen sey. Zu einer Vergleichung beider möge folgende Tafel dienen, welche die Mittel aus 8jährigen Beobachtungen in Paris enthält, wo — Steigen, + Fallen bedeutet. 1818—1825.

	Mittel		3 U. Nachm.		9 U.M. - 3 U.A.		3 U. A.—9 U. A.	
	Hygr.	Therm. C.	Hygr.	Therm.	Hygr.	Therm.	Hygr.	Therm.
Jan.	83°,2	3°,3	81°,5	4°,4	+ 8	—2,3	— 8,3	+2
Febr.	81 ,7	4 ,8	76	6 ,7	+14,2	—3,2	—13	+3
März	74 ,9	7 ,9	66 ,1	9 ,7	+15,5	—2,9	—16,7	+3,7
April	67 ,1	12 ,9	57 ,3	14 ,9	+14,7	—2,9	—21,1	+4,2
Mai	69 ,4	18 ,2	62 ,3	17 ,9	+ 9,7	—2,1	—17	+4,6
Juni	67 ,4	19 ,2	60	21 ,1	+ 9,1	—2,4	—18,1	+5,0
Juli	67 ,3	20 ,8	59 ,6	22 ,5	+11	—2,4	—17,5	+5,0
Aug.	69 ,8	21 ,1	61 ,5	23 ,1	+ 9,8	—2,7	—17,4	+5,1
Sept.	74 ,1	17 ,9	64 ,3	20 ,1	+13,6	—3,2	—19,6	+5,0
Oct.	83 ,1	12 ,9	73 ,9	14 ,7	+15,6	—2,3	—16,6	+4,2
Nov.	88 ,4	8 ,3	82 ,8	9 ,7	+10,3	—2,8	— 9,1	+2,5
Dec.	88 ,8	4 ,8	85	5 ,9	+ 6,9	—2,3	— 6,6	+1,8

Die hygrometrischen täglichen Veränderungen sind also, wie die Temperaturveränderungen, im Winter am kleinsten, scheinen aber im Frühling noch bedeutender zu seyn als im Sommer. Hingegen fällt in der jährlichen Periode die höchste Feuchtigkeit früher als die geringste

Wärme. Es läfst sich aber nicht bestimmen, in wiefern die aus vier Tagesbeobachtungen abgeleiteten Mittel mit den wahren Mitteln übereinstimmen, so lange wir über den Gang der täglichen Feuchtigkeitsveränderungen keine sichern Bestimmungen haben.

Aus diesem Verhalten der relativen Feuchtigkeit zur Temperatur folgt aber, dafs sowohl innerhalb der jährlichen als täglichen Periode die Veränderungen des Condensationspunktes geringer seyn müssen, als die Wärmeänderungen, und es fragt sich, ob das Zugehen zur Trockenheit mit steigender Wärme so grofs werden könne, dafs das Steigen des Condensationspunktes von den kälteren Tages- und Jahreszeiten nach den wärmeren hin unterbrochen werde. Die Beantwortung dieser Frage ist für das Verständnifs der täglichen Barometerveränderungen wichtig, weil die Elasticität des Wasserdampfes dann in 2 Stunden wahrscheinlich 2 Maxima haben würde.

Die von Daniell zu London angestellten 3jährigen Beobachtungen zeigen nun wirklich, dafs vom Februar bis zum Mai das Maximum des Condensationspunktes nicht mit dem der Temperatur Nachmittags zusammenfällt, sondern jenes auf die Morgenbeobachtung, diefs auf die Nachmittagsbeobachtung. Ich habe die Mittel in folgender Tafel zusammengestellt:

	Mittel.		Temperatur Fahr.			Condensationspunkt.		
	Temp.	Cond.	Morg.	Nachm.	Ab.	Morg.	Nachm.	Ab.
Jan.	36°,9	35°,3	36°,1	38°,2	36°,4	34°,7	36°	35°,1
Febr.	38 ,8	36 ,2	38 ,7	40 ,5	37 ,2	36 ,5	36 ,2	35 ,9
März	44 ,9	40 ,5	45 ,3	47 ,6	41 ,9	40 ,9	40 ,5	40 ,2
April	51 ,2	44 ,7	52 ,7	54 ,8	46 ,5	45 ,1	44 ,9	44 ,1
Mai	55 ,2	47 ,2	57 ,8	59 ,5	49 ,3	47 ,4	47 ,2	47
Juni	61 ,0	52 ,8	61 ,7	66 ,1	55 ,3	52 ,7	53 ,4	52 ,2
Juli	62 ,3	55 ,9	63 ,5	65 ,7	57 ,7	55 ,8	56 ,2	55 ,6
Aug.	62 ,9	57 ,1	63 ,3	67 ,7	57 ,9	57 ,1	57 ,7	56 ,4
Sept.	59 ,2	53 ,9	60 ,4	62 ,6	54 ,7	54 ,4	54 ,5	52 ,8
Oct.	49 ,7	46 ,8	50 ,3	51 ,9	46 ,9	47 ,0	47 ,5	45 ,8
Nov.	43 ,4	41 ,8	43 ,2	44 ,7	42 ,3	41 ,9	42 ,9	41 ,5
Dec.	40 ,2	38 ,9	39 ,8	41 ,4	39 ,3	38 ,6	39 ,9	38 ,3

Bestimmt man für jede einzelne Beobachtung des Hygrometers, die ihr nach der von Daniell, *Met. Ess.*, *p.* 157., berechneten Tabelle entsprechende Elasticität, so erhält man für die Veränderungen der trocknen Luft und des Wasserdampfes folgende Werthe in englischem Maafs:

	Mittel.		Trockne Luft.			Elast. des Dampfes.		
	trockneLuft	Dampf.	Morg.	Nachm.	Ab.	Morg.	Nchm.	Ab.
Jan.	29",672	0",251	29",682	29",663	29",670	0",247	0",256	0",251
Febr.	809	0 ,257	824	796	806	0 ,258	0 ,257	0 ,253
März	539	0 ,301	548	527	543	0 ,305	0 ,304	0 ,295
April	541	0 ,342	544	529	549	0 ,347	0 ,345	0 ,335
Mai	527	0 ,373	535	514	533	0 ,377	0 ,374	0 ,369
Juni	572	0 ,449	583	553	581	0 ,447	0 ,461	0 ,439
Juli	382	0 ,495	390	369	386	0 ,494	0 ,502	0 ,490
Aug.	377	0 ,514	381	358	392	0 ,513	0 ,526	0 ,504
Sept.	452	0 ,469	447	425	483	0 ,476	0 ,480	0 ,452
Oct.	403	0 ,369	409	382	419	0 ,373	0 ,379	0 ,357
Nov.	461	0 ,316	467	445	472	0 ,314	0 ,323	0 ,310
Dec.	403	0 ,292	410	393	405	0 ,284	0 ,298	0 ,293

In den Frühlingsmonaten ist also auch die Elasticitat des Dampfes Morgens gröfser als Nachmittags. In allen übrigen Monaten und auch im jährlichen Mittel sind die täglichen barometrischen Veränderungen geringer als die täglichen Veränderungen des Druckes der trocknen Luft.

Die Ursache der Erscheinung, dafs es Zeiten giebt, wo die Quantität und Elasticität des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes abnimmt, während die Temperatur und mit ihr die Verdunstung zunimmt, scheint in dem Courant ascendant gesucht werden zu müssen. Wenn nämlich die am Boden erwärmte Luft als specifisch leichter in die Höhe steigt, so ist dadurch einzusehen, wie, wenn diese Strömung recht lebhaft eingeleitet ist, dadurch mehr Feuchtigkeit nach Oben abgeführt wird, als durch die gesteigerte Verdampfung ersetzt werden kann. Diese Hypothese wird wahrscheinlich, wenn die aus ihr abzuleitenden Folgen mit der Erfahrung übereinstimmen.

Denken wir uns einen höher gelegenen Ort in der Atmosphäre, an welchem kein Wasser befindlich sey, welches verdampfen könnte, so würde, wenn ihm immer gleichviel Wasser als Dampf zugeführt würde, ein an ihm beobachtetes Hygrometer von den kälteren Tages- und Jahreszeiten nach den wärmeren hin der Trockenheit zugehen. Verdankt es aber den ihm zugeführten Wasserdampf dem Aufsteigen der am Boden erwärmten feuchten Luft, so wird die Menge desselben in den wärmeren Zeiten gröfser als in den kälteren seyn, ein Hygrometer kann also nicht so stark der Trockenheit zugehen als in der Ebene, ja bei einer gewissen Höhe werden die täglichen, bei einer andern die jährlichen verschwinden. Vergleicht man nun die beiden Orte den in der Ebene und den höher gelegenen, d. h. untersucht man die Abnahme der Feuchtigkeit in der Atmosphäre, so folgt daraus, dafs sie in den wärmeren und kälteren Tages- und Jahreszeiten sehr verschieden seyn mufs, ja es ist möglich, dafs die Abnahme der Feuchtigkeit sich sogar in eine Zunahme verwandele. Obgleich es nun nicht möglich ist einen in der Atmosphäre isolirten Punkt zu betrachten, so werden doch die Erscheinungen an einem höher gelegenen Ort, wenn er auch selbst Wasser enthält, welches von ihm verdampfen kann, analog den vorher betrachteten seyn. Die folgende Tafel enthälteine Vergleichung vierjähriger Beobachtungen in Genf und auf dem St. Bernhard (1822—1825).

	Sonnenaufgang.			Nachmittag 2 U.			Mittel.		
	Genf.	Bernhard.	Untersuch.	Genf.	Bernhard.	Untersuch.	Genf.	Bernhard.	Untersuch.
Januar	93,4	86,8	+ 6,6	86,0	82,5	+ 3,5	89,7	84,6	+5,1
Febr.	93,0	87,8	+ 5,2	80,9	80,5	+ 0,4	86,9	84,1	+2,8
März	98,7	86,3	+ 2,4	74,4	81,5	— 7,1	81,5	83,9	—2,4
April	91,5	85,5	+ 6,0	72,3	82,3	—10	81,9	83,9	—2,0
Mai	92,6	85	+ 7,6	71,0	81,8	—10,8	81,8	83,4	1,6
Juni	93,8	83,5	+10,3	71,5	79	— 7,5	82,6	81,2	+1,4
Juli	94,1	83,3	+10,8	71,4	80,8	— 9,4	82,7	82,0	+0,7
Aug.	94,7	85,5	+ 9,2	74,6	83,5	— 8,9	84,6	84,5	+0,1
Sept.	96	85,5	+10,5	77,9	80,5	— 2,6	86,9	83	+3,9
Oct.	95,9	86	+ 9,9	82,3	83	— 0,7	89,1	84,5	+4,6
Nov.	93,6	85,3	+ 8,3	79,8	83,8	— 4	86,8	84,5	+2,3
Dec.	91,6	88,5	+ 3,1	86,2	87,1	— 0,9	89	87,8	+1,2

Die gleichzeitigen Wärmeänderungen waren:

	Sonnenaufgang.			Nachmittag 2 Uhr.			Mittel.		
	Genf.	Bernhard.	Unterschied.	Genf.	Bernhard.	Unterschied.	Genf.	Bernhard.	Untersch.
Januar	—2°,72	—8°,35	+5°,63	0°,91	—5°,9	+ 6°,81	— 0,89	—7°,12	+6°,23
Febr.	—0 ,59	—6 ,54	5 ,95	2 ,69	—3 ,48	6 ,17	+ 1,05	—5 ,01	6 ,06
März	+0 ,77	—6 ,88	7 ,65	6 ,84	—2 ,98	9 ,82	3,81	—4 ,92	8 ,73
April	3 ,09	—4 ,58	7 ,67	10 ,79	+0 ,45	10 ,34	6,94	—2 ,04	8 ,98
Mai	6 ,93	—0 ,03	6 ,96	14 ,42	4 ,03	10 ,39	10,68	+2 ,00	8 ,68
Juni	9 ,03	+1 ,8	7 ,23	19 ,00	6 ,25	12 ,75	14,02	4 ,03	9 ,99
Juli	9 ,94	3 ,46	6 ,48	17 ,50	7 ,55	9 ,95	13,72	5 ,5	8 ,17
August	9 ,79	3 ,79	6	16 , 8	7 ,52	9 ,28	13,29	5 ,68	7 ,61
Sept.	8 ,19	2 ,64	5 ,55	14 ,79	5 ,84	8 ,95	11,49	4 ,24	7 ,25
Octobr.	4 ,57	—1 ,36	5 ,93	9 ,40	1 ,57	8 ,83	6,96	0 ,11	6 ,85
Novbr.	2 ,15	—3 ,18	5 ,33	6 ,30	—0 ,63	6 ,93	4,23	—1 ,9	5 ,32
Decbr.	0 ,04	—5 ,85	5 ,89	3 ,97	—4 ,18	8 ,15	2,00	—5 ,01	7 ,01

Hieraus folgt also für die hygrometrischen Verhältnisse:

1) In den kälteren Stunden des Tages nimmt die Feuchtigkeit nach der Höhe ab, und zwar im Sommer stärker als im Winter.
2) In den heifseren Stunden des Tages nimmt aufser in den entschiedenen Wintermonaten die Feuchtigkeit nach der Höhe zu.
3) Darf man annehmen, dafs die halbe Summe der gröfsten täglichen Feuchtigkeit und Trockenheit gleich ist der mittleren Feuchtigkeit des Tages, so nimmt diese das ganze Jahr hindurch nach der Höhe ab, aufser im Frühling.
4) Sowohl die täglichen als jährlichen Veränderungen der Feuchtigkeit nehmen ab mit zunehmender Höhe.

Aehnliche Resultate für höhere und niedere Punkte geben die zahlreichen Beobachtungen von Saussure in seinen Alpenreisen, die Beobachtungen Deluc's in seinen *Idées sur la Meteorologie*, und die von Dalton auf den Gebirgen Nordenglands von 1803—1821, welche er in den *Manch. Mem.* 1824 bekannt gemacht hat. Da diese Beobachtungen nicht nur über die relative Feuchtigkeit der Luft in verschiedenen Höhen Aufschlufs geben, sondern die Bestimmung des Condensationspunktes geben, so mögen die aus ihnen abgeleiteten Sätze hier eine Stelle finden.

1) Die Quantität und Dichtigkeit des Dampfes nimmt mit einigen seltenen Ausnahmen desto mehr ab, je höher man steigt.
2) Ueberall, wo eine dichte Wolke oder ein Nebel sich befindet, ist der Thaupunkt gleich der Temperatur der Atmosphäre.
3) Wenn ein Gebirge ganz oder gröfstentheils durch einen Nebel eingehüllt ist, so ist der Unterschied zwischen der Temperatur der Luft und dem Thaupunkt gering.

Die gleichzeitigen Wärmeänderungen waren:

	Sonnenaufgang.			Nachmittag 2 Uhr.			Mittel.		
	Genf.	Bernhard.	Unterschied.	Genf.	Bernhard.	Unterschied.	Genf.	Bernhard.	Untersch.
Januar	—2°,72	—8°,35	+5°,63	0°,91	—5°,9	+ 6°,81	— 0,89	—7°,12	+6°,23
Febr.	—0 ,59	—6 ,54	5 ,95	2 ,69	—3 ,48	6 ,17	+ 1,05	—5 ,01	6 ,06
März	+0 ,77	—6 ,88	7 ,65	6 ,84	—2 ,98	9 ,82	3,81	—4 ,92	8 ,73
April	3 ,09	—4 ,58	7 ,67	10 ,79	+0 ,45	10 ,34	6,94	—2 ,04	8 ,98
Mai	6 ,93	—0 ,03	6 ,96	14 ,42	4 ,03	10 ,39	10,68	+2 ,00	8 ,68
Juni	9 ,03	+1 ,8	7 ,23	19 ,00	6 ,25	12 ,75	14,02	4 ,03	9 ,99
Juli	9 ,94	3 ,46	6 ,48	17 ,50	7 ,55	9 ,95	13,72	5 ,5	8 ,17
August	9 ,79	3 ,79	6	16 , 8	7 ,52	9 ,28	13,29	5 ,68	7 ,61
Sept.	8 ,19	2 ,64	5 ,55	14 ,79	5 ,84	8 ,95	11,49	4 ,24	7 ,25
Octobr.	4 ,57	—1 ,36	5 ,93	9 ,40	1 ,57	8 ,83	6,96	0 ,11	6 ,85
Novbr.	2 ,15	—3 ,18	5 ,33	6 ,30	—0 ,63	6 ,93	4,23	—1 ,9	5 ,32
Decbr.	0 ,04	—5 ,85	5 ,89	3 ,97	—4 ,18	8 ,15	2,00	—5 ,01	7 ,01

graphischer Breite nicht kennen, sich über das Gesetz der Abnahme der barometrischen täglichen Schwankungen vom Aequator nach dem Pole nichts bestimmtes feststellen läfst. Eben so wenig läfst sich ausmitteln, warum in den einzelnen Jahreszeiten ihre relative Gröfse verschieden sey, da die Veränderungen der Dampfatmosphäre, wenn auch geringer als die der trocknen Luft, durch dieselben weit stärker modificirt zu werden scheinen, als diese, die barometrischen täglichen Oscillationen selbst aber gering sind. Dafs man bei den gröfseren barometrischen von der täglichen Periode unabhängigen Veränderungen die Elasticität des Dampfes eher vernachlässigen könne, zeigt folgende Tafel, welche die monatlichen Extreme des Barometers und der Elasticität des Dampfes für London enthält.

	Jan.	Febr.	März	April	Mai	Juni	Juli	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Maxim.	30",58	30,58	30,37	30,37	30,33	30,32	30,24	30,20	30,33	30,41	30,15	30,33
Minim.	28",98	29,24	29,11	29,26	29,23	29,67	29,45	29,47	29,45	29,02	29,25	29,09
Untersch.	1",60	1,34	1,26	1,11	1,10	0,65	0,79	0,73	0,88	1,39	0,90	1,24
Maxim.	0",376	0,388	0,466	0,487	0,537	0,689	0,657	0,707	0,671	0,539	0,478	0,429
Minim.	0",126	0,164	0,178	0,207	0,212	0,295	0,336	0,376	0,280	0,235	0,191	0,153
Untersch.	0",250	0,224	0,288	0,280	0,325	0,394	0,321	0,331	0,391	0,304	0,287	0,276

VII. *Ueber Bewegungen, welche eine Zink-Quecksilberkette in Berührung mit salpetersaurem Quecksilberoxydul zeigt;*
vom Prof. F. F. Runge in Breslau.

Wenn man einen Tropfen Quecksilber, welcher sich unter verdünnter Salpetersäure befindet, mit einem Zinkstreifen berührt, so erfolgt nur Gasentwicklung und weiter nichts; namentlich bleibt das Quecksilber ganz ruhig. Anders sind dagegen die Erscheinungen, wenn statt der Salpetersäure *salpetersaures Quecksilberoxydul* angewandt wird.

Berührt man nämlich ein Quecksilberkügelchen, das sich unter einer concentrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul befindet, mit einem Zinkstreifen, *so geräth das Quecksilber in eine sehr heftige Bewegung,* läuft mit großser Schnelligkeit am Zink hinauf, fällt wieder herunter, und wiederholt dieſs so lange von Neuem, bis entweder das Zink verzehrt oder die Oxydullösung erschöpft ist. Zugleich findet in der Flüssigkeit eine von der Quecksilberfläche ausgehende Strömung statt.

Noch auffallender zeigt sich die Bewegung, wenn man auf einen Quecksilbertropfen von $1\frac{1}{2}-2$ Linien Durchmesser, der sich unter salpetersaurem Quecksilberoxydul befindet, einen Zinkstreifen von etwa 3 Linien Länge legt: das Quecksilber geräth, so wie es das Zink genäſst hat, in die heftigste zuckende Bewegung, in Folge welcher es mit groſser Gewalt hin und her geworfen wird, worauf sich bald eine *fortschreitende Bewegung* einstellt. Macht man nämlich den Versuch in einem runden Porcellanschälchen oder in einem sogenannten Tuschnäpfchen, dessen Mitte etwas erhöht ist, *so dreht sich das Quecksilber mit dem Zink im Kreise herum,* und

zwar

zwar mit einer solchen Geschwindigkeit, dafs es einen Kreis von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser wenigstens 30 Mal in der Minute beschreibt.

Wenn die Flüssigkeit bis auf einen bestimmten Grad zersetzt ist, so hört die Bewegung auf. Diefs geschieht jedoch nicht nach und nach, sondern plötzlich, und zugleich zeigt sich dann auf dem Quecksilber eine schwarze Haut.

Andere Metalle sind ohne alle Wirkung, selbst *Eisen*, welches doch das Quecksilber, unter verdünnter Salpetersäure, in so starke Oscillationen versetzt (diese Annalen 1829, St 1. S. 95).

Der oben angeführte Versuch gelingt nicht immer in demselben Grade. Diefs liegt in dem schwer zu treffenden richtigen Verhältnifs des Zinks zum Quecksilber. Zu viel Zink bringt das Quecksilber nicht mit fort, und zu wenig wird gleich so vom Quecksilber umhüllt, dafs die Oxydullösung nicht darauf wirken kann. Im letzteren Fall braucht man nur ein kleines Stück Zink hinzuzusetzen, um das Quecksilber zur Bewegung zu bestimmen

Die salpetersaure Quecksilberoxydul-Flüssigkeit darf nicht mehr freie Säure enthalten, als zur Lösung des Oxyduls in Wasser nothwendig ist. Am besten bereitet man sie sich zu obigem Behufe durch kalte Digestion des Quecksilbers mit reiner Salpetersäure von 1,28 spec. Gewicht, die mit 2 Maafs Wasser verdünnt worden ist.

VII. *Ueber Bewegungen, welche eine Zink-Quecksilberkette in Berührung mit salpetersaurem Quecksilberoxydul zeigt;*
vom Prof. F. F. Runge in Breslau.

Wenn man einen Tropfen Quecksilber, welcher sich unter verdünnter Salpetersäure befindet, mit einem Zinkstreifen berührt, so erfolgt nur Gasentwicklung und weiter nichts; namentlich bleibt das Quecksilber ganz ruhig. Anders sind dagegen die Erscheinungen, wenn statt der Salpetersäure *salpetersaures Quecksilberoxydul* angewandt wird.

Berührt man nämlich ein Quecksilberkügelchen, das sich unter einer concentrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul befindet, mit einem Zinkstreifen, *so geräth das Quecksilber in eine sehr heftige Bewegung,* läuft mit großer Schnelligkeit am Zink hinauf, fällt wieder herunter, und wiederholt dieſs so lange von Neuem, bis entweder das Zink verzehrt oder die Oxydullösung erschöpft ist. Zugleich findet in der Flüssigkeit eine von der Quecksilberfläche ausgehende Strömung statt.

Noch auffallender zeigt sich die Bewegung, wenn man auf einen Quecksilbertropfen von $1\frac{1}{2}$—2 Linien Durchmesser, der sich unter salpetersaurem Quecksilberoxydul befindet, einen Zinkstreifen von etwa 3 Linien Länge legt: das Quecksilber geräth, so wie es das Zink genäſst hat, in die heftigste zuckende Bewegung, in Folge welcher es mit großer Gewalt hin und her geworfen wird, worauf sich bald eine *fortschreitende Bewegung* einstellt. Macht man nämlich den Versuch in einem runden Porcellanschälchen oder in einem sogenannten Tuschnäpfchen, dessen Mitte etwas erhöht ist, *so dreht sich das Quecksilber mit dem Zink im Kreise herum,* und

zwar

zwar mit einer solchen Geschwindigkeit, daſs es einen Kreis von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser wenigstens 30 Mal in der Minute beschreibt.

Wenn die Flüssigkeit bis auf einen bestimmten Grad zersetzt ist, so hört die Bewegung auf. Dieſs geschieht jedoch nicht nach und nach, sondern plötzlich, und zugleich zeigt sich dann auf dem Quecksilber eine schwarze Haut.

Andere Metalle sind ohne alle Wirkung, selbst *Eisen*, welches doch das Quecksilber, unter verdünnter Salpetersäure, in so starke Oscillationen versetzt (diese Annalen 1829, St 1. S. 95).

Der oben angeführte Versuch gelingt nicht immer in demselben Grade. Dieſs liegt in dem schwer zu treffenden richtigen Verhältniſs des Zinks zum Quecksilber. Zu viel Zink bringt das Quecksilber nicht mit fort, und zu wenig wird gleich so vom Quecksilber umhüllt, daſs die Oxydullösung nicht darauf wirken kann. Im letzteren Fall braucht man nur ein kleines Stück Zink hinzuzusetzen, um das Quecksilber zur Bewegung zu bestimmen

Die salpetersaure Quecksilberoxydul-Flüssigkeit darf nicht mehr freie Säure enthalten, als zur Lösung des Oxyduls in Wasser nothwendig ist. Am besten bereitet man sie sich zu obigem Behufe durch kalte Digestion des Quecksilbers mit reiner Salpetersäure von 1,28 spec. Gewicht, die mit 2 Maaſs Wasser verdünnt worden ist.

VII. *Ueber Bewegungen, welche eine Zink-Quecksilberkette in Berührung mit salpetersaurem Quecksilberoxydul zeigt;*
vom Prof. F. F. Runge in Breslau.

Wenn man einen Tropfen Quecksilber, welcher sich unter verdünnter Salpetersäure befindet, mit einem Zinkstreifen berührt, so erfolgt nur Gasentwicklung und weiter nichts; namentlich bleibt das Quecksilber ganz ruhig. Anders sind dagegen die Erscheinungen, wenn statt der Salpetersäure *salpetersaures Quecksilberoxydul* angewandt wird.

Berührt man nämlich ein Quecksilberkügelchen, das sich unter einer concentrirten Lösung von salpetersaurem Quecksilberoxydul befindet, mit einem Zinkstreifen, *so geräth das Quecksilber in eine sehr heftige Bewegung*, läuft mit groſser Schnelligkeit am Zink hinauf, fällt wieder herunter, und wiederholt dieſs so lange von Neuem, bis entweder das Zink verzehrt oder die Oxydullösung erschöpft ist. Zugleich findet in der Flüssigkeit eine von der Quecksilberfläche ausgehende Strömung statt.

Noch auffallender zeigt sich die Bewegung, wenn man auf einen Quecksilbertropfen von $1\frac{1}{2}$—2 Linien Durchmesser, der sich unter salpetersaurem Quecksilberoxydul befindet, einen Zinkstreifen von etwa 3 Linien Länge legt: das Quecksilber geräth, so wie es das Zink genäſst hat, in die heftigste zuckende Bewegung, in Folge welcher es mit groſser Gewalt hin und her geworfen wird, worauf sich bald eine *fortschreitende Bewegung* einstellt. Macht man nämlich den Versuch in einem runden Porcellanschälchen oder in einem sogenannten Tuschnäpfchen, dessen Mitte etwas erhöht ist, *so dreht sich das Quecksilber mit dem Zink im Kreise herum*, und zwar

zwar mit einer solchen Geschwindigkeit, dafs es einen Kreis von $\frac{3}{4}$ Zoll Durchmesser wenigstens 30 Mal in der Minute beschreibt.

Wenn die Flüssigkeit bis auf einen bestimmten Grad zersetzt ist, so hört die Bewegung auf. Diefs geschieht jedoch nicht nach und nach, sondern plötzlich, und zugleich zeigt sich dann auf dem Quecksilber eine schwarze Haut.

Andere Metalle sind ohne alle Wirkung, selbst *Eisen*, welches doch das Quecksilber, unter verdünnter Salpetersäure, in so starke Oscillationen versetzt (diese Annalen 1829, St 1. S. 95).

Der oben angeführte Versuch gelingt nicht immer in demselben Grade. Diefs liegt in dem schwer zu treffenden richtigen Verhältnifs des Zinks zum Quecksilber. Zu viel Zink bringt das Quecksilber nicht mit fort, und zu wenig wird gleich so vom Quecksilber umhüllt, dafs die Oxydullösung nicht darauf wirken kann. Im letzteren Fall braucht man nur ein kleines Stück Zink hinzuzusetzen, um das Quecksilber zur Bewegung zu bestimmen

Die salpetersaure Quecksilberoxydul-Flüssigkeit darf nicht mehr freie Säure enthalten, als zur Lösung des Oxyduls in Wasser nothwendig ist. Am besten bereitet man sie sich zu obigem Behufe durch kalte Digestion des Quecksilbers mit reiner Salpetersäure von 1,28 spec. Gewicht, die mit 2 Maafs Wasser verdünnt worden ist.

VIII. *Ueber die Erzeugung chemischer Verbindungen vermittelst elektrochemischer Kräfte; von Hrn. Becquerel.*

(Ausgehoben aus dem zweiten Kapitel einer vom Verfasser am 23. Febr. 1829 in der Pariser Academie vorgelesenen Abhandlung. *Annal. de chim. et de phys. T. XLI. p.* 5.)

Der Verfasser beginnt mit der Bemerkung, dafs er in ein Paar früheren Abhandlungen gezeigt habe, wie man, mit Hülfe der aus zwei Flüssigkeiten und einem Metalle bestehenden galvanischen Ketten, Zersetzungen bewirken und neue chemische Verbindungen hervorbringen könne, darauf beruhend, dafs in solch schwachen Ketten der Sauerstoff sich leichter als die Säuren zum positiven Pol begebe *). In der gegenwärtigen Abhandlung hat er vorzugsweise die Absicht, einige der auf diesem Wege erhaltenen Verbindungen näher zu beschreiben.

Zur Darstellung derselben hatte er früher zwei Methoden angewandt. Die eine bestand darin, dafs er in die Arme einer U-förmigen Röhre, deren Biegung durch einen Asbestpfropfen verstopft worden war, zwei verschiedene Flüssigkeiten, z. B. eine Kupferlösung in den einen, und eine Kochsalzlösung in den andern, gofs, und sie darauf durch einen Metallbogen, z. B. einen Kupferstreifen, verband, an dessen in die Kochsalzlösung getauchten Ende, als dem positiven Pol der Kette, sich dann die neue Verbindung bildete. Bei der zweiten Methode wurde nur eine einzige Flüssigkeit gebraucht. In eine unten verschlossene gerade Röhre brachte er nämlich ein Oxyd, eine Flüssigkeit und einen Metallstreifen in Berührung mit einander, wodurch dann ebenfalls unter gewissen Umständen neue Verbindungen zu Stande kamen.

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 87. S. 457. 465. *P.*

Bei Fortsetzung dieser Versuche fand Hr. B., dafs der Asbestpfropfen seinen Zweck, die Vermischung der beiden Flüssigkeiten zu verhüten, nur unvollkommen entspreche, und dafs es besser sey, die Biegung der U-förmigen Röhre mit angefeuchtetem feinem Sande oder Thone auszufüllen.

Nachdem diese Vorkehrung getroffen war, brachte er in den einen Arm einer U-förmigen Röhre eine Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd und Kupferoxyd hinein, in den andern aber eine Kochsalzlösung; darauf verband er beide Flüssigkeiten durch einen hineingestellten Kupferstreifen, und verkittete die Oeffnungen der Röhre. Das in die Kupferlösung getauchte Ende, als der negative Pol, bekleidete sich bald mit metallischem Kupfer, und es ward Salpetersäure frei, die, zum Theil in diesem Arme bleibend, zur Bildung eines Salzes beitrug. Im andern Arm der Röhre wurde das Kupfer rasch angegriffen; eine Portion Chlor von zersetztem Chlornatrium begab sich auf das oxydirte und positiv gewordene Kupfer, und bildete mit diesem ein Oxychlorür, das sich mit dem Chlornatrium verband. Nach und nach krystallisirten niedliche Tetraëder auf dem Streifen, die aber erst nach Verlauf von einem Jahre die Gröfse von 2 bis 3 Millimetern erreichten. Diese Tetraëder erleiden sonderbare Farbenveränderungen, halten sich an der Luft unverändert, werden aber vom Wasser zersetzt, in dem sie, nach Hrn. Becquerel, Kupfer-Oxychlorür fallen lassen. 2 Grm. dieses Oxychlorürs gaben Hrn. B., mit kohlensaurem Natron erhitzt, 2 Grm. kohlensauren Oxyds, wonach derselbe es als bestehend aus 2 At. Kupferoxyd und 1 At. Hydrochlorsäure ansieht. Der Erfolg dieses Versuchs hängt übrigens, nach dem Verfasser, davon ab, wie stark die Röhre in der Biegung verstopft ist; die Flüssigkeiten dürfen sich nicht mischen, aber doch mufs der Sauerstoff noch zum positiven Pol übergeführt werden können. Auch ist es, nach Hrn. B., zur Ent-

stehung dieser Verbindung unumgänglich nöthig, dafs sich das in die Kochsalzlösung getauchte Kupferende oxydire; mit einem stärkeren und mit keiner Metallreduction verbundenen Strom erhält man sie nicht.

Salmiak und die Chloride von Calcium, Kalium, Barium, Strontium und Magnium gaben mit Kupfer, und auch mit Silber und Blei, ähnliche Producte, die, wie der Verfasser gefunden, ebenfalls in regelmäfsigen Tetraëdern krystallisiren, und also sämmtlich mit der ersten isomorph sind. Ein Doppelchlorid von Kalium und Zinn krystallisirte dagegen in prismatischen Nadeln. Auch lassen sich, nach Hrn. B., Doppel-Jodüre und Doppel-Bromüre mit demselben Apparate hervorbringen.

Vermittelst des zweiten Verfahrens ist es dem Verfasser gelungen, Chlorsilber und Kupferoxydul im krystallisirten Zustande hervorzubringen.

Zu dem Ende befestigte er ein Stück Anthracit oder Kohle mittelst Silberdraht an einen Silberstreifen und stellte diesen in eine Röhre, die concentrirte Salzsäure enthielt. Die Röhre wurde verschlossen, bis auf ein kleines Loch, zum Entweichen des freiwerdenden Gases. Es trat nämlich folgender Prozefs ein. Das Silber, als der positive Pol der Kette, bemächtigte sich des Chlors der Salzsäure, und der Wasserstoff derselben ging zur Kohle, mit ihr Kohlenwasserstoffgas bildend, welches entwich, und die Röhre zertrümmert haben würde, wenn man ihm keinen Ausweg gelassen hätte. An dem Silber bildete sich Chlorsilber, in Octaëdern krystallisirt, wie das natürliche. Diese Octaëder waren durchsichtig und vergröfserten sich langsam; Hr. B. erhielt eins, das ein Millimeter in der Seite hielt.

Als statt des Silbers ein Kupferstreifen genommen wurde, war der Vorgang ein ähnlicher. An der Kohle entwickelte sich Kohlenwasserstoffgas, und das Kupfer bedeckte sich nach 6 Monaten mit schönen Tetraëdern von Kupferchlorür, die sich, als Luft hinzutrat, in Kupfer-

chlorid verwandelten. Die Krystalle, welche oft 2 Millimeter in der Seite hielten, waren sehr durchsichtig. Als der Versuch bei Ausschlufs der Luft lange fortgesetzt worden, wurde die Flüssigkeit braun und klar, darauf sehr dunkel, und die Krystalle waren nicht mehr zu sehen. Die Kohle war stark angegriffen und bildete eine Verbindung, die Hr. B. aber bis jetzt noch nicht untersucht hatte.

Um Kupferoxydul in Krystallen zu erhalten, bringt der Verfasser in eine unten geschlossene Röhre, die eine gesättigte Lösung von salpetersaurem Kupferoxyd enthält, Kupferoxyd und einen Kupferstreifen in Berührung mit einander, und verschliefst darauf die Röhre hermetisch. Nach Verlauf von acht bis zehn Tagen erblickt man an dem Theile des Kupferstreifens, der das Oxyd nicht berührt hat, kleine kubische Metallglanz besitzende Krystalle von Oxydul.

Hat man das Kupferoxyd in grofsem Ueberschufs angewandt, so werden erstlich Krystalle von Kupferoxydul gebildet, dann entfärbt sich die Flüssigkeit allmälig ganz, und an den Wänden der Röhre entstehen Krystalle von salpetersaurem Ammoniak, deren Ammoniak, da die Röhre verschlossen ist, nur aus dem Wasserstoff des Wassers und dem Stickstoff der Salpetersäure kann erzeugt worden seyn. Zuletzt, nach sechs Monaten, enthält die Flüssigkeit, aufser geringen Spuren von Kupfer, nur dieses Ammoniaksalz.

Ist dagegen die Menge des Kupferoxyds nur gering gewesen, so bilden sich zwar auch Krystalle von Oxydul, allein diese verlieren bald ihren Glanz und erleiden bis zu einem gewissen Punkte eine Veränderung, wobei die Lösung immer gefärbt bleibt.

Das Kupferoxyd wird bei diesem Prozesse in ein basisches Salz verwandelt, welches, nach Hrn. B's. Analyse, aus 3 At. Kupferoxyd und 2 At. Salpetersäure besteht. Auf der Bildung dieses Salzes beruht, nach dem

Verfasser, der ganze Vorgang; denn indem dadurch die Lösung des salpetersauren Kupferoxyds unten verdünnter wird, ist der Kupferstreifen gleichsam mit zwei verschiedenen Flüssigkeiten in Berührung; er wird daher am oberen Ende negativ, und am untern positiv, zieht mit dem ersteren das Kupfer oder seine Oxyde, und mit letzterem die Säure an. Hr. B. bestätigte diese Ansicht dadurch, dafs er zwei Gläser, von denen eins eine concentrirte, und das andere eine verdünnte Lösung von salpetersaurem Kupfer enthielt, durch einen feinen Baumwollendocht und einen Kupferstreifen verband. Der Erfolg war nämlich derselbe, wie vorhin bei Anwendung des Kupferoxyds und einer einzigen Lösung. Eine Gasentwicklung fand bei diesem Prozesse nicht statt; da aber Ammoniak gebildet wurde, so mufste zugleich etwas Wasser und Säure zersetzt worden seyn.

Auf ähnliche Weise kann man, nach Hrn. B., auch Bleioxyd krystallisirt erhalten; man bringt nämlich gepülverte Bleiglätte nebst einem Streifen Blei in eine Lösung von basisch essigsaurem Blei. Je nach der Menge der Bleiglätte erhält man das Oxyd in Dodecaëdern oder prismatischen Nadeln. Eben so gelang es Hrn. B., Zinkoxyd auf diese Weise zu krystallisiren.

Am Schlusse seiner Abhandlung erwähnt Hr. B. noch der Wirkungen des Lichts bei diesen Erscheinungen. Das Licht, sagt derselbe, übt einen Einflufs auf die Modificationen aus, welche die durch elektrochemische Kräfte gebildeten Verbindungen erleiden können. Unter den in dieser Beziehung von mir gemachten Beobachtungen will ich nur die folgende, als eine der entschiedensten, anführen. Ich hatte Kupferoxyd, eine gesättigte Lösung von Kupferchlorid und einen Kupferstreifen in eine Röhre gebracht, und diese darauf hermetisch verschlossen. Nach und nach entfärbte sich die Lösung und es bildeten sich auf dem Kupferstreifen Krystalle von Kupferchlorür. Die Krystalle auf der dem Lichte zugewandten Seite waren mit

haarförmigen Fäden vom Kupferoxydul überzogen, die auf der gegenüberliegenden Seite aber nicht. Mithin hat hier das Licht die Bildung von Kupferoxydul bewirkt. Zur Erklärung dieser Erscheinung stellt Hr. B. zwei Hypothesen auf. So wie in einer Flüssigkeit von ungleicher Concentration, bei Hineintauchung eines Metallstreifens, ein elektrischer Strom entstehe, so könne auch, meint derselbe, in einer ungleich erleuchteten Flüssigkeit ein, wenn auch nur schwacher, Strom erregt werden. Wahrscheinlicher scheint es ihm aber, dafs bei dem obigen Prozefs der Erdmagnetismus eine Rolle gespielt habe, da der Kupferstreifen beinahe senkrecht gegen den magnetischen Meridian stand, und die mit dem Kupferoxydul überzogene Seite nach Norden gewandt war *).

IX. *Beschreibung einiger Versuche über den Zitterrochen; von Sir Humphry Davy.*

(*Philosoph. Transact. f.* 1829. *pt. I. p.* 15.)

Bei der Mannigfaltigkeit von Versuchen, welche über die verschiedenen Erregungs- und Wirkungsweisen der Elektricität angestellt worden sind, bin ich verwundert, dafs die Elektricität der lebenden Thiere, sowohl wegen ihrer Wichtigkeit für die Physiologie, als auch wegen ihrer Beziehung zu der Elektrochemie, keine gröfsere Aufmerksamkeit gefunden hat.

Unmöglich kann man den Bericht von Walsh's Versuchen über die Elektricität des Zitterrochens und Zitteraales lesen, ohne nicht von einigen Eigenthümlichkeiten derselben, wie z. B. der Unmöglichkeit durch Luft zu gehen, und bei

*) Sollte es wirklich nöthig seyn, so gewagte Hypothesen aufzustellen? Mir scheint die vom Hrn. Verfasser beobachtete Wirkung des Lichts ganz zur Classe derjenigen zu gehören, die auch ohne galvanische Kette zu Stande kommen. *P.*

stehen doch die erwähnten Eigenthümlichkeiten
im Einklang mit dieser Ansicht.

Als Volta seine wundervolle Säule erfun
glaubte er in ihr ein vollkommnes Ebenbild von
gane des Gymnotus und der Torpedo zu haben;
die Schläge dieser natürlichen und künstlichen In
gefühlt hatte, mufste, was wenigstens die Empfi
traf, von ihrer völligen Aehnlichkeit überzeugt sey
dem an der Volta'schen Säule die chemische
entdeckt worden, war ich begierig zu ermitteln,
sie bei dem elektrischen Organe lebender Thi
treffen sey, und ich benutzte daher im J. 1814
meinen Aufenthalt an den Küsten des Mittelm
Anstellung einiger Versuche über diesen Gegens
Mai 1815, als ich mir in der Bucht von Ne
kleine lebende Zitterrochen verschafft hatte, lie
ren Schläge durch einen aus Silberdraht und W
sammengesetzten Bogen gehen; allein ich kon
die geringste Wasserzersetzung bemerken. I
Versuch wiederholte ich zu Mola di Gaëta n
Apparate, in welchem die (der Flüssigkeit) a
Silberfläche möglichst klein war, und gute Le
z. B. Kalilösung oder Schwefelsäure, den Boge
sen; allein das Resultat war ebenfalls negativ.

und noch nicht ein Tausendstel eines Zolls im Durchmesser hielt; aber dennoch kam der Draht nicht zum Glühen. Nach diesen Versuchen schien es mir, daſs das Organ des Zitterrochens weniger vergleichbar mit einer Säule sey, als vielmehr mit einer schwach geladenen elektrischen Batterie, deren geladene Flächen aus unvollkommnen Leitern, wie Wasser, bestehen. Als ich indeſs Hrn. Volta, mit dem ich in diesem Sommer einige Zeit in Mailand verlebte, meine Versuche erzählte, zeigte er mir eine andere Form seines Instrumentes, in welcher es ihm die Bedingungen der Organe des Zitterrochens zu erfüllen schien. Es war nämlich eine Säule, deren Flüssigkeit aus einem sehr unvollkommnen Leiter, z. B. aus Honig oder einem zähen Zuckerschleim, bestand; sie verlangte eine gewisse Zeit zu ihrer Ladung, und zersetzte kein Wasser, obgleich sie, wenn sie sich geladen hatte, schwache Schläge mittheilte.

Oersted's Entdeckung, die Einwirkung der Volta'schen Elektricität auf die Magnetnadel, machte mich begierig zu versuchen, ob die Elektricität der lebenden Thiere auch diese Kraft besitze. Nach mehreren vergeblichen Bemühungen, Zitterrochen zu erhalten, die lebhaft genug waren, um starke Schläge zu geben, gelang es mir im October dieses Jahres durch die Güte des Hrn. George During, brittischem Konsul zu Triest, zwei frisch gefangene zu bekommen, von denen einer einen Fuſs lang, und der andere etwas kleiner war. Die Schläge des gröſseren Thieres lieſs ich mehrmals durch den Bogen eines ungemein empfindlichen Multiplicators gehen; doch ohne die geringste Ablenkung der Magnetnadel zu bemerken. Von der Vollkommenheit des Bogens überzeugte ich mich dadurch, daſs ich mehrmals meinen Körper in denselben brachte, indem ich den silbernen Löffel, mit dem die Schläge ausgezogen wurden, in der einen, mit Salzwasser angefeuchteten, Hand hielt, und den Multiplicatordraht mit der andern, die ebenfalls feucht war. Die

Schläge, welche durch die Windungen des Multiplicators gingen, waren so stark, dafs sie sich in beiden Elbogen, und einmal selbst in den Schultern fühlbar machten.

Diese negativen Resultate lassen sich durch die Annahme erklären, dafs die Bewegung der Elektricität in den Organen des Zitterrochens in einer unmefsbar kleinen Zeit geschehe, und dafs der Strom, um eine Ablenkung der Magnetnadel zu bewirken, eine gewisse Continuität besitzen müsse; auch habe ich gefunden, dafs eine schwach geladene Leidner Flasche *) eben so unwirksam als das Organ des Zitterrochens auf den Multiplicator ist, obgleich dieser von dem continuirlichen Strom der kleinsten und schwächsten Volta'schen Kette, in der ein chemischer Prozefs vor sich geht, augenblicklich und kräftig ergriffen wird. Zwei Plattenpaare (*series*) von Zink und Silber, getrennt durch mit Salzwasser angefeuchtetes Papier, bewirken eine bleibende Ablenkung der Magnetnadel von mehreren Graden, wenn gleich die Zinkplatten nur $\frac{1}{6}$ Zoll im Durchmesser halten.

Wünschenswerth wäre es, diese Versuche mit der Elektricität des Gymnotus, die so sehr viel stärker als die der Torpedo ist, fortzusetzen. Doch scheint mir, als könne man schon aus den obigen Versuchen die Folgerung ableiten, dafs die thierische Elektricität eine gröfsere Analogie mit der gemeinen, als mit der Volta'schen Elektricität besitze; allein für noch wahrscheinlicher halte ich es, dafs sie eine besondere und eigenthümliche Art von Elektricität ausmache.

Die gemeine Elektricität wird auf Nichtleitern erregt und von guten oder unvollkommnen Leitern rasch fort-

*) Die Untersuchungen von Colladon (dies. Ann. Bd. 84. S. 336.) haben indefs gelehrt, dafs man auch durch die gemeine Elektricität eine Ablenkung der Magnetnadel bewirken kann. Jedoch sind dazu Bedingungen erforderlich, welche offenbar in H. Davy's Multiplicator, der sich in den *Philosoph. Trans. f.* 1826 beschrieben findet, nicht erfüllt sind. P.

geführt. Die Volta'sche Elektricität wird auf Combination von vollkommnen und unvollkommnen Leitern erregt und nur durch vollkommne Leiter oder durch unvollkommne der besten Art fortgeleitet. Der Magnetismus, wenn er eine Form der Elektricität ist, gehört nur den guten Leitern an, und, in seinen Abänderungen, nur einer gewissen Classe derselben. Die thierische Elektricität wohnt nur in den unvollkommnen Leitern, aus denen die Organe lebender Thiere bestehen; und ihr Zweck im Haushalt der Natur ist es, auf lebende Thiere zu wirken.

Beim Verfolge der mannigfaltigen Abänderungen oder Eigenschaften der Elektricität unter den verschiedenen Formen mögen neue Unterscheidungen aufgestellt werden; doch ist es unmöglich, nicht noch von einer andern Seite dieses Gegenstandes überrascht zu werden, nämlich davon, dafs der Zitterrochen die Wirkung seines Organs in seiner Willkühr hat. John Hunter hat gezeigt, wie reichlich diefs Organ mit Nerven ausgestattet ist. Bei Untersuchung der säulenförmigen Structur dieses Organs bin ich nie im Stande gewesen, eine Anordnung von verschiedenen Leitern, denen in galvanischen Combinationen ähnlich, zu entdecken; und es scheint mir daher nicht unwahrscheinlich, dafs die Schläge von einer durch die Nerventhätigkeit entwickelten Eigenschaft abhängig sind. Die Ursache dieser Erscheinungen in einer besondern Flüssigkeit suchen zu wollen, wäre ein eitles Unternehmen.

Wie wenig uns auch über die Natur der Elektricität bekannt ist, so wissen wir doch noch weniger von den Functionen der Nerven. Indefs scheinen mir einige Eigenthümlichkeiten der thierischen Elektricität, ihre Verbindung mit einem so grofsen Nervensystem, ihre Abhängigkeit von dem Willen des Thieres, und die Augenblicklichkeit ihrer Fortpflanzung, Lichtpunkte zu seyn, die der weitern Untersuchung würdig sind, und geschickte

Experimentatoren zu wichtigen Entdeckungen in der Physiologie führen können.

Der Zustand meiner Gesundheit wird mich, fürchte ich *), abhalten, diese Untersuchung mit der Aufmerksamkeit, die sie verdient, zu verfolgen; und ich theile daher der K. Gesellschaft diese unvollkommnen Versuche in der Hoffnung mit, dafs sie zu einer ausgedehnteren und gründlicheren Arbeit Veranlassung geben mögen.

Lubiana in Illyrien, 24. Oct. 1828.

X. *Ueber das Ausfliefsen und den Druck des Sandes;*

von Hrn. Huber-Burnand zu Yverdun.

(*Bibliothèque universelle*, *T. XL. p.* 22.) **)

Meine ersten Versuche hatten mich gelehrt, dafs der Sand, damit er einigermafsen regelmäfsig falle, durchaus mit der gröfsten Sorgfalt abgesiebt, jedoch nicht bis zur Feinheit des Mehles gebracht werden müsse. Der Sand,

*) Leider ist diese Befürchtung nur zu gerecht gewesen. Sir Humphry Davy verschied in der Nacht vom 28. zum 29. Mai 1829 zu Genf, am Schlagflusse, im 51sten Jahre seiner glorreichen Laufbahn. Er wurde am 17. Dec. 1778 zu Penzance in Cornwall geboren.

**) Wie in dieser Zeitschrift bemerkt wird, ist die gegenwärtige Abhandlung durch einen Windmesser veranlafst, den der Verfasser vor zwei Jahren der Gesellschaft für Physik und Naturgeschichte in Genf vorgezeigt hat. In diesem wurde die Kraft und Dauer des Windes durch die Sandmenge gemessen, die aus einer, der Stärke des Windes an Gröfse proportionalen, Oeffnung flofs, und Hr. Prevost warf dabei die Frage auf, ob der Sand sich bei seinem Ausfliefsen aus Gefäfsen wie eine Flüssigkeit verhalte, d. h. sein Fall desto rascher geschehe, je gröfser die Höhe sey, die er in dem Gefäfse einnehme.

den man zu Gufsformen anwendet, ist zu diesem Gebrauche zu zart, denn sein Fall wird, ohne nachweisbare Ursache, häufig unterbrochen; dagegen fliefst der zur Bereitung der Dachziegel dienende, nachdem er durch bengalischen Kattun (*betilles*) gesiebt worden ist, mit der gröfsten Leichtigkeit. Die Löcher in diesem Zeuge entstehen durch ein Netz, das auf einem Quadratcentimeter 15 Fäden in der Länge auf 18 in der Breite enthält. Eine andere nothwendige Bedingung zum ununterbrochenen Ausfliefsen des Sandes ist die: dafs die Ausflufsöffnung wenigstens zwei Millimeter weit sey.

Nach diesen Vorkenntnissen konnte ich zu den beabsichtigten Untersuchungen schreiten. Zu dem Ende liefs ich zwei hölzerne Kasten verfertigen, den einen 8 Decimeter hoch und 3 Decimeter in der Seite, den andern von 12 Decimeter Höhe und 1 Decimeter in der Seite. Sie waren oben offen, und unten mit vier eingefugten und über Kreuz gelegten Platten versehen, wodurch die Oeffnung nach Belieben länger und breiter gemacht werden konnte. Damit die Oeffnung nicht von der Dicke des Holzes leide, was seine Unbequemlichkeiten hat, wurden die Scheiben von Aufsen messerschneidenartig zugeschärft. Der bequemen Beobachtung wegen stellte ich diese Kasten vier Fufs hoch auf, und zur nöthigen Genauigkeit der Resultate hatte ich mir eine gute Secundenuhr verschafft; zum Messen des Sandes gebrauchte ich eine getheilte Glasröhre, auch hatte ich mich mit sehr empfindlichen Waagen und genauen Gewichten versehen. Ueberdiefs mufs ich bemerken, dafs ich alle Versuche mehrmals wiederholt habe, und dafs ich mit ihnen, bei denen ein Fehler von einer Viertelsecunde von Bedeutung gewesen wäre, in der Länge sehr vertraut geworden bin.

Bei den genauesten Versuchen nahm ich, statt der Holzscheiben, Metallplatten, die in Millimeter eingetheilt

waren, doch liefsen diese hinsichtlich ihrer Genauigkeit viel zu wünschen übrig.

Ich werde meine Untersuchungen in zwei Theile bringen; der erste handelt von dem Ausfliefsen des Sandes, der andere hauptsächlich von dem Drucke desselben.

I. Ausfliefsen des Sandes.

1. Die Sandmenge, welche in einer gegebenen Zeit aus einer gegebenen Oeffnung fliefst, ist, sowohl dem Volumen als dem Gewichte nach, durchaus gleich, welche Höhe auch der Sand zu Anfange des Versuchs im Kasten eingenommen haben mag. Zuweilen finden sich jedoch Abweichungen von zwei bis drei Grammen mehr oder weniger; sie entstehen am gewöhnlichsten durch die Schwierigkeit, das zum Auffangen des Sandes bestimmte Gefäfs zur rechten Zeit hinzustellen und fortzunehmen; sie compensiren sich aber oder verschwinden, wenn man mit Sandmengen von 4 bis 500 Grammen experimentirt Zu einer Beobachtung wurden gewöhnlich 3 Minuten verwandt. Man wog die Sandmengen, welche man zweimal hinter einander in 90 Secunden erhalten hatte, und wenn sie gleich waren, sah man die Beobachtung für gut an; man schüttete sie dann zusammen und verglich sie mit andern Mengen, die man auf gleiche Weise mit Sandsäulen von einer andern Höhe erhielt. Obgleich die Höhen oft um das Zehnfache verschieden waren, so blieben die Resultate sich doch immer völlig ähnlich.

2. Die Sandmenge, die zu einem 2 bis 3 Millimeter breiten Schlitz herausflofs, stand immer im directen Verhältnisse zur Länge des Schlitzes, was vielleicht eine nützliche Anwendung bei einigen physikalischen Maschinen gestattet. Die geringste Vergröfserung in der Breite des Schlitzes bewirkt aber eine Vermehrung in der ausfliefsenden Sandmenge, welche das einfache Verhältnifs zur Fläche der Oeffnung überschreitet, so weit ich we-

gstens nach den unvollkommnen Mitteln, die mir zu Ge-
ote standen, schliefsen kann.

3. Aus Oeffnungen in den Seitenwänden des Ka-
ens flofs der Sand stets mit gleicher Geschwindigkeit,
ie hoch er auch im Kasten stand. Wenn die Löcher
ber horizontal gebohrt waren, und nur einen der Dicke
er Wand beinahe gleichkommenden Durchmesser besa-
en, fiel nicht ein einziges Sandkorn zu diesen Oeffnun-
en heraus, welche Höhe auch der Sand im Kasten ha-
en mochte.

4. Sand, der in eine zweimal rechtwinklich gebo-
ene Röhre geschüttet worden, stieg niemals, wie es eine
'lüssigkeit thun würde, in dem andern Schenkel empor;
aum, dafs er sich in dem horizontalen Arm bis über
as Knie erstreckte.

5. Welchem Druck man auch auf den Sand im
Kasten wirken läfst, so hat diefs doch keinen Einflufs
uf die Menge, die aus einer gegebenen Oeffnung im
Boden oder in der Seitenwand des Kastens ausfliefst.
Der Versuch wurde successiv mit Eisenmassen von 12
is 15 Kilogrammen angestellt.

6. Ein Lineal, welches, genau über der Oeffnung,
on oben herab senkrecht in die Sandsäule gesteckt wor-
en, sank in und mit dem Sande, ohne seitwärts zu neigen,
it vollkommen gleichförmiger Bewegung hinab, fast so
egelmäfsig wie der Gang einer Uhr.

Ein Lineal von 38 Centim. Länge konnte man 1 Centim.
n der Minute oder in der Secunde hinabsinken machen.
Ein Schaufelrad, welches in dem Kasten angebracht und
uswendig mit einem Zeiger versehen war, bewegte sich
war sehr langsam, aber ebenfalls mit einer erstaunlichen
Regelmäfsigkeit. Wenn das Lineal, statt in der Mitte,
n der Seite nahe an der Wand des Kastens eingesteckt
urde, so neigte es sich mit einer bewundernswürdigen
egelmäfsigkeit, wie der Zeiger einer Uhr; zugleich sank

es aber auch, und rückte sehr langsam gegen die Mitte der Bewegung vor.

Die Geschwindigkeit dieses Lineals hängt demnach ab, erstlich von der Stelle, welche es im Kasten einnimmt, und zweitens von der Gröfse der Ausflufsöffnung. Wahrscheinlich wird sie auch von dem Verhältnifs zwischen der Fläche des Loches und der Breite des Kastens bedingt, weil sie von der Sandmenge, welche in jedem Augenblick ausfliefst, und von der, welche im Kasten bleibt, abhängig ist. Mit mehrerer Sorgfalt und einigen Abänderungen in dem Apparate wird man den Gang des vom Sande fortgeführten Lineals wahrscheinlich in noch höherem Grade, wie ich, regelmäfsig machen können.

Ich bemerke beiläufig, dafs es vielleicht keine andere Naturkraft auf der Erde giebt, welche für sich eine vollkommen gleichförmige Bewegung hervorbringt, und durch die Schwere, durch Reibung und den Widerstand der Luft nicht gestört wird. Denn erstlich hat man gesehen, dafs die Höhe der Säule keinen Einflufs auf die Fallgeschwindigkeit des Sandes hat; sie wird dadurch weder beschleunigt noch verzögert. Eben so ist die Reibung hier kein Hindernifs, vielmehr wird sie gerade die directe Ursache der Regelmäfsigkeit und Gleichförmigkeit der Bewegung; den Beweis dazu liefern die weiterhin vorkommenden Versuche. Endlich mufs der Widerstand der Luft im Innern einer sich bewegenden Sandsäule sehr gering seyn, weil keins der Körner einen freien Fall erhält. Die Sanduhr, dieser uralte Zeitmesser, beruht also auf einem weit besseren Grundsatze als man geglaubt hatte, und ich schmeichle mir, dafs sie durch meine Versuche von einigem Nutzen für Künste und Wissenschaften wird.

7. Nachdem ich die Bewegung des Sandes studirt hatte, untersuchte ich, wie er sich verhalten würde, wenn er auf einer Ebene aufgehäuft ruhte.

Zu dem Ende brachte ich einzelne Sandkörner auf eine bewegliche Ebene, die nach Belieben geneigt wer-

den

den konnte. Unter einem Winkel von wenigstens 30 Graden rollten sie kaum, und einige blieben selbst bis zu einer Neigung von 40 Graden liegen; allein darüber hinaus glitten sie auf der geneigten Ebene hinab.

Niemals stellt sich der Sand von selbst in Niveau; am liebsten nimmt er, nach Hinabsinken eines Theils seiner Masse, eine Neigung von 30 bis 33 Graden an; selten hält er sich bei 35 Graden.

In einem gut gesiebten Haufen dienen die untern Schichten, die ihrerseits um 30° gegen den Horizont neigen, natürlich den oberen zur Stütze; allein der gröfste Theil des Gewichts der letzteren wird von dem Theil der Horizontalebenen getragen, auf welchen sie sich ver laufen. Wenn man einen Theil des Bodens, auf welchen sie ruhen, fortnimmt, so fliefst auch sogleich die ganze Schicht, und läfst dabei die unberührt, auf welcher sie, unter einem Winkel von 30 bis 33° geneigt, ruhte. Diefs erklärt, weshalb der Sand nicht aus horizontalen Oeffnungen fliefst, sobald sie länger als breiter sind; in diesem Falle finden die oberen Schichten schon in den Wänden des Gefäfses Stützpunkte, und in den untern Schichten ein absolutes Hindernifs.

Rührt diefs von der Form der Sandkörner her? Besäfsen sie mehr Regelmäfsigkeit, so könnte man diefs vermuthen; allein sie zeigen, mit dem Mikroskop betrachtet, eine solche Mannigfaltigkeit, ein solches Mifsverhältnifs, dafs es unmöglich ist, diese Idee festzuhalten. Die meisten dieser Körner sind kleine, weifse, abgeplattete Krystallbruchstücke von verschiedenartiger Begränzung, unter denen man andere graue, gelbe, braune Körner von so verschiedener Form erblickt, dafs man sie unmöglich unter wohl bestimmte Classen bringen kann.

II. Druck des Sandes und anderer gekörnter Substanzen.

1. Ich legte ein Ei auf den Boden eines Kastens, überschüttete es einige Zoll hoch mit Sand, und beschwerte diesen mit einem Gewicht von 25 Kilogrammen (50 Pfund). Das Resultat dieses Versuchs entsprach durchaus der Ansicht, die ich im Voraus davon gehabt hatte. Das Ei blieb ganz, ungeachtet des grofsen Gewichts, welches auf ihn drückte.

Ich wiederholte diesen Versuch mit der Abänderung, dafs ich den Sand durch einen Ausflufs, den ich ihm am Boden des Kastens verschaffte, in Bewegung setzte; allein das Resultat blieb dasselbe, das Ei mochte dabei mitten in der Sandmasse stecken, oder auf dem Boden des Kastens ruhen.

Dieser Versuch beweist, dafs der Druck, den das Gewicht der Eisenmasse ausübte, durch die Zwischenlagerung des Sandes abgelenkt und nach allen Richtungen zerstreut worden war. Er beweist auch, dafs ein Körper, der in eine Sandmasse versenkt worden ist, von dieser wie von einer Flüssigkeit geschützt wird; obgleich der Sand in einer andern Weise als eine Flüssigkeit auf die Wände des Gefäfses wirkt. Da diese Schlüsse etwas Paradoxes haben, so beschlofs ich, einen noch entscheidenderen Versuch anzustellen.

2. Ich nahm ein an beiden Enden offnes Glasrohr und setzte es vertical in ein kleines horizontales Holzrohr ein, welches in einen cylindrischen Kasten von 1 Decimeter Durchmesser und 21 Centimeter Höhe eingefugt war. Den Kasten füllte ich, wie das Gefäfs eines Barometers, mit Quecksilber, welches sich natürlich in dem verticalen Glasrohr in Niveau setzte. Nachdem ich den Stand desselben im Rohre aufgezeichnet hatte, setzte ich auf das cylindrische Gefäfs ein 65 Centimeter langes und

*) Einfacher würde sich der Versuch mit einer U-förmig gebogenen Röhre anstellen lassen, allein Hrn. Huber stand keine zu Gebote.

3,5 Centimet. im Durchmesser haltendes Rohr von Eisenblech, und füllte dieses mit Sand, vorsichtig, damit das Quecksilber nicht ausweiche (Taf. V. Fig. 7.). Dieser Apparat war demnach ein wahres Barometer, um den Druck des Sandes zu messen; denn da die Luft auf beiden Seiten gleich stark drückte, so war der Sand durch nichts gehindert, sich mit dem Quecksilber in's Gleichgewicht zu setzen.

Obgleich ich das Resultat zum Theil vorausgesehen hatte, so war ich doch sehr überrascht, als ich sah, dafs der Sand fast gar nicht auf das Quecksilber drückte. Die Quecksilberfläche blieb bis auf zwei Millimeter im Niveau, und auch dieser Unterschied war nur das Resultat einiger zufälligen Schwankungen, welche der Apparat während des Experimentirens erlitten hatte; denn, nachdem ich dem Apparat einen andern Standpunkt gegeben, nahm das Quecksilber sein vor dem Versuche gehabtes Niveau vollständig wieder ein, und behielt es so lange, als ich das Ganze ruhig stehen liefs. Als ich den Sand endlich vom Quecksilber abnahm, fand sich, dafs er gar nicht in dasselbe eingedrungen war.

Statt des Sandes füllte ich nun das grofse Rohr mit Erbsen; es waren dazu 1½ Kilogrammen von ihnen erforderlich. Ich setzte noch ein Kilogrammstück darauf, und drückte diefs mit der Hand so stark nieder, dafs ich fürchtete den Apparat zu zerbrechen. Dessen ungeachtet behielt das Quecksilber sein Niveau im Glasrohr; es stieg wenigstens nicht um ein Millimeter. So blieb der Apparat mehrere Tage lang stehen, ohne irgend ein anderes Resultat zu geben. Mithin hatte das Gewicht des Sandes und der Erbsen nicht auf das Quecksilber gewirkt. Noch besser wurde dieser Mangel eines Drucks auf den Boden des Gefäfses durch die folgenden Versuche erwiesen.

3. Dasselbe Weifsblech-Rohr, welches vorhin gebraucht worden, hing ich vertical an eine empfindliche

Waage, und nachdem ich diese durch ein Gegengewicht genau eingestellt hatte, liefs ich sie so weit hinab, dafs das Rohr sich über einen kleinen massiven Holzcylinder schob, der, auf einer Platte befestigt, auf dem Tische stand. Dieser Cylinder war 5 bis 6 Centimeter hoch und von solchem Durchmesser, dafs, wenn er in dem an der Waage hängenden Rohre steckte, dieses sich ohne merkliche Reibung auf und ab bewegen konnte (Taf. V. Fig. 8.).

Hierauf schüttete ich eine genau abgewogene Menge trockner Erbsen in das Rohr; es verlor dadurch augenblicklich seine Beweglichkeit, gleich als wenn es schwerer geworden wäre, obgleich, da es keinen Boden hatte, die Erbsen nur an dem oberen Ende des Holzcylinders einen Stützpunkt gefunden haben konnten. Ich legte nun in die andere Waagschaale so viel Grammstücke, bis sie das Uebergewicht bekam, und die Erbsen aus dem sich hebenden Rohre herausfielen. Das zum Abheben des Rohres vom Cylinder erforderliche Gewicht war, bis auf wenige Grammen, dem Gewichte der in das Rohr geschütteten Erbsen gleich; es wich nämlich von diesem, das $1\frac{1}{2}$ Kilogrm. betrug, nur um 20 Grm. ab.

Der Versuch, mit verschiedenen Quantitäten oder mit hinzugelegten Gewichten wiederholt, gelang immer und oft bis auf 8 bis 10 Grm. Man könnte indefs einwerfen, dafs der Cylinder im Rohr auf gewisse Weise das Gewicht der Säule getragen hätte. Ich mufste daher die Gegenprobe machen, und stellte deshalb den umgekehrten Versuch an.

4. und 5. Ich befestigte also diefsmal die Röhre, indem ich sie mittelst zweier Schnüre an ein Paar Trägern zur Seite aufhing; zugleich hing ich den kleinen massiven Holzcylinder mit seiner Platte an die Waage, so dafs er, wenn diese im Gleichgewicht war, einen halben Zoll weit in das Blechrohr hineinreichte, und bei dem geringsten Gewicht, das ihm hinzugefügt wurde, sinken und seiner Last sich entledigen mufste (Taf. V.

Fig. 9.). Ich schüttete nun 1½ Kilogrm. Erbsen in das Rohr, aber dennoch senkte sich der Cylinder nicht, obgleich er ganz frei war; auch schwankte er nicht, als ich noch ein Kilogramm und mehr hineinschüttete.

Man könnte indeſs einwenden, daſs zwischen dem kleinen Cylinder und der Wand des Rohres eine Adhärenz stattgefunden habe. Um diesem Einwurfe zu begegnen, und den Versuch noch auffallender zu machen, kehrte ich den Cylinder um, so daſs er nicht mehr in das Rohr hineinreichte, sondern bloſs sein Fuſs als eine Platte gegen das Ende des etwas dünneren Rohres drückte. Damit diese Platte mit dem Rohre in Berührung blieb, muſste ich gewöhnlich 10 bis 15 Grm. in die andere Waagschale legen.

Nun füllte ich das groſse Rohr mit 1½ bis 2 Kilogrammen Sand, und setzte noch obendrein einiges Gewicht auf die Sandsäule. Dennoch zeigte die Platte, obgleich sie nur von dem geringen Gegengewicht von 12 bis 15 Grm. gehalten wurde, keine Bewegung. Wenn man ein gleiches Gewicht auf Seite der Platte in die Waage gelegt hätte, würde diese sicher gewichen seyn; denn beim geringsten Druck mit dem Finger auf dieselbe fiel der Sand unten aus dem Rohre in das darunter gestellte Gefäſs. Der Sand lastete demnach nicht auf der Scheibe, sondern ruhte gänzlich auf den Wänden der Röhre.

6. Um vollends jeden Zweifel zu entfernen, gebrauchte ich die Waage nicht weiter, sondern legte die Platte auf Wasser, das sich in einem unter das groſse Rohr gestellten Gefäſs befand, und brachte sie durch hinzugegossenes Wasser mit dem untern Ende dieses Rohres in Berührung. Allein auch jetzt, als ich das Rohr mit trocknen Erbsen füllte, wurde die Scheibe nicht in Bewegung gesetzt, noch untergetaucht. Die Erbsen lasteten also nicht auf der Scheibe, da der geringste Druck hingereicht hätte, sie von dem Rohr zu trennen.

7. In diesem Zustande gofs ich Wasser in das Rohr. Es erhielt sich, mit den Erbsen, lange Zeit darin, bis durch eine zufällige Erschütterung die comprimirte Luft in Blasen unten aus dem Rohre entwich und die Scheibe umkippte. Derselbe Versuch wurde mit Sand angestellt; ich konnte viel Wasser in den Sand giefsen, und es erhielt sich lange Zeit darin, ohne auszufliefsen. Bei einem andern, etwas abweichend angestellten Versuch, nahm der Sand mit dem Wasser eine solche Consistenz an, dafs man ihn nur mit Mühe zum Rohre herausbringen konnte.

8. Man kann diese Versuche auch so anstellen, dafs man das Rohr, während es an der Waage hängt, auf einem kleinen kegelförmigen Haufen Sand ruhen läfst. Der Sand fliefst nicht eher heraus, als bis man in die andere Schale ein Gewicht gelegt hat, das dem Gewichte des Rohrs und seines Inhalts beinahe gleich ist.

Dieselben Versuche gelingen auch mit Getreidekörnern, so wie mit Hagel, obgleich dessen Gewicht ein wenig zu grofs ist. Statt des Rohres kann man auch eine blofse Rolle Papier nehmen und sie an ein Paar Fäden aufhängen; das Resultat ist dann sehr auffallend, da das Gewicht, welches das Papier erlangt, gegen dessen anfängliche Leichtigkeit besser absticht.

9. Ich habe diese Versuche auch mit einem viel weiteren und unten ausgeschweiften Blechrohre angestellt, und zwar mit demselben Erfolge. Indefs giebt es ohne Zweifel eine Gränze, wo der Sand keine Stütze mehr an den Wänden des Rohres findet, und diese würde da eintreten, wo die Wände eben so stark gegen den Horizont neigen, als der Sand mit seiner Oberfläche in einem locker aufgeschütteten Haufen, d. h. ungefähr um 30°. Ich habe auch einige dieser Versuche mit einem cylindrischen Rohre von 4 Zoll im Durchmesser mit gleichem Erfolge wiederholt.

10. Nach allem diesen vermuthete ich, dafs es sehr

schwer halten würde, den Sand durch einen Stofs aus dem Rohre zu bringen. Zu dem Ende füllte ich das grofse Rohr mit Sand, legte es horizontal hin, steckte einen mehrere Fufs langen Holzcylinder, von etwas geringerem Durchmesser als das Rohr, hinein. Ich versuchte nun, den Sand mit diesem Cylinder herauszustofsen, allein vergebens; ich hätte eher die Wände von einander sprengen, als ihn nur um einen Zoll weiter hinein treiben können. Giebt es nun, wenn das Rohr um 20° gegen den Horizont geneigt ist, und die Anstrengung also durch die Wirkung der Schwerkraft unterstützt wird, schon kein Mittel, den Sand herauszutreiben, so mufs diefs bei einer entgegengesetzten Neigung des Rohres nur noch mehr der Fall seyn. Diefs erklärt sehr gut, weshalb eine mit Sand besetzte Mine eben so gut wie jede andere springt *).

Nachschrift. Schüttet man bei dem Versuch 2., S. 322., Wasser in das Rohr, welches die Erbsen enthält, so sieht man das Quecksilber im Glasrohre steigen, und zwar um ein Vierzehntel der Höhe des Wassers, wie es das specifische Gewicht dieser beiden Flüssigkeiten mit sich bringt. Das Wasser wirkt, in seiner gewöhnlichen Weise, allein, während die Erbsen keinen Druck ausüben.

Eine andere, Jedermann zugängliche, Art, den Versuch mit dem Rohre anzustellen, ist folgende. Man nehme ein ganz offnes Blechrohr von einem Zoll im Durchmesser, übrigens beliebiger Länge, und drücke mit der Hand ein Stück feinen Papiers auf das eine Ende, damit es sich nach diesem forme. Dann hebe man das Papier ab,

*) Kaum ist es wohl nöthig hiebei an die zahlreichen Verhandlungen über das Sprengen mit Bedeckung von Sand zu erinnern, an denen besonders die älteren Bände dieser Annalen so reich sind. Man findet sie sämmtlich in dem Register, S. 542. und 543. aufgezeichnet. *P.*

und, nachdem man seine Ränder mit Wasser benetzt hat, lege man es wieder auf, und schlage die feuchten Ränder um das Rohr. Hierauf stelle man das Rohr mit diesem Ende auf den Tisch, und fülle es mit Sand. Hebt man es nun behutsam ab, so kann man es im Freien halten, ohne daſs der Sand ausflieſst; und doch haftet das Papier nur ganz locker am Rohre.

Es würde zweckmäſsig seyn, den Versuch über das Ausflieſsen des Sandes aus Gefäſsen im Vacuo anzustellen, damit man erführe, ob dadurch die Ausfluſsgeschwindigkeit des Sandes eine Veränderung erleide.

XI. *Ueber eine Methode das Licht der Sonne mit dem der Fixsterne zu vergleichen; von William Hyde Wollaston.*

(*Philosophical Transactions f.* 1829 *Pt.* 1. *p.* 19.)

John Michell, einer der scharfsinnigsten Mitarbeiter an den *Philosophical Transactions* des vorigen Jahrhunderts, hat, in einem Aufsatz, betitelt: «*An inquiry into the probable parallax and magnitude of fixed stars etc.*« *), den Astronomen, als eine ihrer Beachtung würdige Aufgabe, die Bestimmung vorgeschlagen, wie viel Licht uns ein einzelner Fixstern im Verhältniſs zum Lichte der Sonne zusende. Wegen der Unmöglichkeit, die jährliche Parallaxe dieser entfernten Himmelskörper zu messen, bemerkt er, sey solch ein Vergleich das beste und vielleicht das einzige für uns ausführbare Verfahren, wenn auch nicht genaue, doch mindestens wahrscheinliche Werthe über die Entfernungen derselben zu erhalten, und uns vernünftige Vorstellungen über die Ausdehnung des sichtbaren Weltalls zu bilden. Um mit möglichster Wahr-

*) *Philosophical Transactions f.* 1767. *p.* 234.

scheinlichkeit zu beurtheilen, welche mittlere Entfernungen die der Erde zunächst liegenden Sterne besitzen, schreibt er vor, das Licht der hellsten Sterne mit dem der Sonne zu vergleichen, und dann zu berechnen, wie weit die Sonne entfernt werden müſste, damit ihr Licht dem Lichte des verglichenen Sternes gleich würde.

Michell hat, wie er sagt, einige rohe Versuche zur Bestimmung der relativen Helligkeit gewisser Hauptsterne gemacht, aber keine Vorrichtung angegeben, wie das Licht eines Sternes mit dem der Sonne zu vergleichen sey. Indeſs spricht er so bestimmt von der Wichtigkeit eines solchen Vergleiches und von den Folgerungen, die daraus ein aufgeweckter Beobachter in Bezug auf die Entfernung der ihrer Helligkeit nach gemessenen Sterne würde ableiten können, daſs es verwundern muſs, wie noch kein Astronom durch diese Bemerkungen angeregt worden ist, eine Methode zur Anstellung der erforderlichen Beobachtungen zu ersinnen, und wie noch jetzt, so viele Jahre nach der Bekanntmachung des Michell'schen Aufsatzes, so Mancherlei in diesem Zweige der Photometrie zu thun übrig bleibt.

Aus einem Vergleiche, den ich im J. 1799 zwischen dem Licht der Sonne und dem des Mondes anstellte*), muſs ich schlieſsen, daſs das erstere beinahe ein Mil-

*) Die Beobachtungen, auf denen diese Schätzung beruht, finden sich im Anhange am Schlusse dieser Abhandlung. Das Verfahren bei denselben war folgendes.

Das Licht der Sonne wurde mit dem einer brennenden Kerze verglichen. Zu dem Ende leitete man durch ein kreisrundes Loch in einer im Fensterladen befestigten Metallplatte einen Sonnenstrahl in ein verfinstertes Zimmer, stellte in den Strahl einen kleinen undurchsichtigen Cylinder, und fing dessen Schatten mit einem Schirme auf. Der Abstand der Kerze von demselben Cylinder (oder einem ihm gleichen in derselben Entfernung vom Schirm) wurde so lange verändert, bis der von ihr bewirkte Schatten dem vom Sonnenlichte hervorgebrachten gleich war. Auf eben die Weise wurde das Licht des Mondes mit dem Lichte einer brennenden Kerze verglichen. Die nämliche Methode, die

lion-Mal stärker als das letztere sey, folglich mehrere Millionen Male stärker als das gesammte Licht aller Fix-

Helligkeit eines Lichts durch die Stärke des von ihm erzeugten Schattens zu messen, wurde auch vom Grafen Rumford angewandt.

Aus dem Mittel der Beobachtungen, die im Anhang unter No. V. enthalten sind, geht hervor, daſs das Licht der Sonne gleich ist dem von 5563 Kerzen, die sich in der Entfernung eines Fuſses befinden. Dieſs Resultat stimmt sehr nahe mit dem von Bouguer gefundenen überein; denn derselbe giebt an, daſs das Licht der Sonne gleich sey dem von 11664 Wachslichtern in 16 Par. Zoll Entfernung, was der Zahl von 5774 Wachlichtern in 1 engl. Fuſs Entfernung entspricht. Es ergiebt sich auch aus meinen Versuchen, daſs das Licht des Vollmonds gleich ist dem $\frac{1}{144}$ Theil des Lichtes einer Kerze, die sich in der Entfernung eines Fuſses befindet, und ferner, daſs das Mondlicht $5563 \times 144 = 801072$ Mal vom Sonnenlicht übertroffen wird. Bouguer, welcher bei dem Vergleich des Mondes mit einer Kerze sehr von mir abweicht, giebt an, das Licht der Sonne sey 300000 Mal stärker als das des Mondes. Das Verhältniſs zwischen dem Lichte der Sonne und dem Lichte, welches der Vollmond in der Voraussetzung, daſs er alles auf ihn gefallene Licht zurückwerfe, ausstrahlen müſste, ist von den Mathematikern, die es berechnet haben, verschiedentlich geschätzt worden. Michell, indem er das Licht der Sonne auf der Erde zur Einheit annimmt, giebt für das des Vollmonds den Ausdruck $sin^2 \frac{1}{2}$ ☾ Durchmesser $= \frac{1}{450000}$. Euler findet, in den Schriften der Berliner Academie von 1758, für das Licht des Vollmonds die Formel: $\frac{1}{2} sin^2 \frac{1}{4}$ ☾ Durchmesser, welche nur ein Achtel des von Michell aufgestellten Werthes giebt. Keiner von diesen Ausdrücken scheint jedoch richtig zu seyn. Denn, wenn man erwägt, daſs die Menge des Sonnenlichts, welche unter der Voraussetzung, daſs die Strahlen parallel seyen, auf irgend einen Punkt der Mondesfläche fällt, proportional ist dem Cosinus des Winkelabstandes dieses Punktes von dem Punkte, wo die Sonnenstrahlen senkrecht einfallen; so bekommt man, wenn man Euler's eigner Methode folgt, die Formel:

$$\frac{1 + 2\,sin^3 \text{☾ Halbmesser} - cos^3 \text{☾ Halbmesser},}{2}$$

als Ausdruck für die Lichtmenge, welche wir, unter der obigen Voraussetzung, vom Monde empfangen. Dieser Ausdruck giebt den Zahlenwerth $= \frac{1}{100000}$, und daraus erhellt, daſs der Mond nur ungefähr ein Achtel des erhaltenen Lichtes ausstrahlt.

sterne. Bei einem solchen Mißverhältnisse zwischen dem Glanze der Sonne und dem des ganzen Sternenhimmels steht nicht zu erwarten, daß wir eben sehr genau anzugeben vermögen, wie viele Mal das Licht der Sonne stärker sey, als das ungemein schwache, welches ein einzelner Fixstern, selbst der hellste, zu uns sendet.

Bei Gelegenheit einer früheren Untersuchung über die richtige Construction eines guten Fernrohrs habe ich gefunden, daß das Bild der Sonne, welches von der Oberfläche einer kleinen Kugel (z. B. von der Kugel eines Quecksilberthermometers) zurückgeworfen wird, in gehöriger Entfernung mit einem Fernrohre betrachtet, ganz ungemein einem Fixstern ähnlich sieht, wodurch es wegen seiner Unbeweglichkeit ein außerordentlich guter Stellvertreter für einen Fixstern wird, und zu dergleichen Versuchen vortrefflich geeignet ist. Als ich mit dieser Untersuchung beschäfftigt war, fiel es mir ein, daß man durch den Vergleich eines solchen reflectirten Bildes mit einem der größeren Sterne wohl eine sichere Grundlage zur Schätzung der Lichtstärke dieser Himmelskörper erhalten könne.

Es wäre bei Anstellung eines solchen Versuches sehr wünschenswerth, wenn gleich ungemein schwierig, den Stern direct mit dem Bilde der Sonne zu vergleichen, weil man dadurch die Unsicherheiten, welche von indirecten Versuchen unzertrennlich sind, indem man zu so sehr verschiedenen Zeiten, und also auch leicht bei ungleichen Zuständen der Atmosphäre beobachtet, würden vermieden werden. Da indeſs die indirecte Methode, bei der man die beiden Gegenstände zu verschiedenen Zeiten mit einem dritten von unveränderlicher Helligkeit vergleicht, nur alleinig ausführbar ist; so müssen wir uns bemühen, die Ungewißheit möglichst aus unsern Resultaten zu entfernen, und dieß geschieht dadurch, daß wir eine jede Reihe von Vergleichen so oft wiederholen, bis der Mittelwerth aus derselben einen gleichen Einfluß von den

Störungen der Atmosphäre erlitten hat, oder als erlitten habend betrachtet werden kann.

Als Maafs zum Vergleich nahm ich gewöhnlich das Bild eines Kerzenlichts, welches von einer kleinen mit Quecksilber gefüllten Thermometerkugel, die bei den meisten Versuchen einen Viertelzoll im Durchmesser hielt, reflectirt wurde. Dieses betrachtete ich mit dem einen Auge durch eine Linse von etwa zwei Zoll Brennweite, während ich zugleich mit dem andern Auge durch ein Fernrohr nach dem in einiger Entfernung eben so von einer Thermometerkugel reflectirten Sonnenbilde, oder nach dem Sterne sah.

Um das Licht der beiden durch das Fernrohr betrachteten Gegenstände so viel wie möglich an Farbe dem Lichte der Kerze gleich zu machen, brachte ich zwei gelbe Gläser vor das Ocularrohr; auch hielt ich es für zweckmäfsig, gleichzeitig zwei Kerzen, ein Talglicht und ein Wachslicht, mit dem zu vergleichenden Gegenstande in's Gesichtfeld zu bringen, damit ich den Stern oder das kleine Sonnenbild auf das Mittel zwischen diesen beiden Lichtern zurückführen, und dadurch der Wahrheit näher kommen könne *). Bei jedem Versuche wurde der Abstand der beiden Kerzen vom Auge gemessen; und jeder Abstand, den ich bei den Beobachtungen angegeben habe, ist das Resultat von mehreren Versuchen.

Bei der Reduction dieser Beobachtungen ist zu erwägen, dafs, obgleich das Bild der Sonne, welches vom Mittelpunkt der Kugel um den halben Radius dieser Kugel entfernt ist, auf der Oberfläche derselben gleich wie die Sonne selbst den Winkel von einem halben Grad bespannt, und es folglich einem auf dieser Oberfläche befindlichen

*) Könnte man ein anderes künstliches Licht auffinden, welches immer von gleicher Helligkeit und zugleich so weifs wäre, dafs man die gelben Gläser nicht mehr anzuwenden gebrauchte, so würde es als Vergleichungspunkt dem Lichte einer Kerze vorzuziehen seyn.

Auge eben so glänzend wie die Sonne erscheinen mufs, dennoch der scheinbare Durchmesser dieser kleinen Sonne in dem Maafse, als sich das Auge entfernt, abnimmt; so dafs bei der Entfernung von D Zollen dieser Durchmesser in dem Verhältnisse des Vierteldurchmessers der Kugel kleiner wird, oder sich wie $\frac{1}{4}B : D$ verhält, so dafs sich der Glanz des Bildes in dem Verhältnisse $1 : \left(\frac{4\,D}{B}\right)^2$ vermindert.

Bringt man das Auge in solchen Abstand von der Kugel, dafs die Kerze beim Vergleiche ihres Bildes mit dem kleinen Sonnenbilde einen andern Abstand von der Kugel, in welcher sie sich spiegelt, bekommt, als bei dem Vergleiche mit dem Stern, und ist d dieser Abstand, wenn man das Licht der Kerze mit dem der Sonne vergleicht, und δ der Abstand, wenn man die Kerze mit dem Sterne vergleicht, so wird $\frac{4\,D}{B} \times \frac{\delta}{d}$ die Entfernung seyn, bei welcher das Sonnenbild eben so hell wie der Stern erscheint, und der Glanz dieses Sonnenbildes wird sich zu dem der wirklichen Sonne wie $1 : \left(\frac{4\,D \times \delta}{B \times d}\right)^2$ verhalten.

Wenn bei den beiden Vergleichen, der Sonne und des Sternes mit der Kerze, das Licht der letzteren von Kugeln verschiedener Durchmesser reflectirt und mit Linsen von verschiedener Brennweite beobachtet wurde, so wird der scheinbare Durchmesser des Kerzenbildes proportional seyn direct dem Durchmesser der Kugel und umgekehrt der Brennweite der Linse. Bezeichnet man folglich durch b diesen Durchmesser und l diese Brennweite bei dem Vergleiche der Kerze mit der Sonne, durch β und λ dieselben Gröfsen bei dem Vergleiche der Kerze mit dem Stern, so ist die Entfernung, bei welcher das kleine Sonnenbild denselben Glanz wie der Stern besitzt $= \frac{4\,D}{B} \times \frac{\delta}{d} \times \frac{\lambda}{l} \times \frac{b}{\beta}$, und der Glanz der kleinen Sonne verhält sich zu dem der wirklichen wie $1 : \left\{\frac{4\,D \times \delta \times \lambda \times b}{B \times d \times l \times \beta}\right\}^2$

Nach dieser Formel sind die unter No. IV. im Anhange verglichenen Beobachtungen reducirt, welche mit Kugeln von verschiedenen Durchmessern und mit Linsen von verschiedenen Brennweiten angestellt wurden.

Der erste Stern, welchen ich mit der Sonne verglich, war der Sirius. Die Beobachtungen wurden zu Zeiten angestellt, wo die Höhe der beiden Körper nicht gar sehr verschieden war, und wo man also annehmen konnte, daſs ihr Glanz durchschnittlich fast im gleichen Grade von der Atmosphäre vermindert worden war. Die unter No. IV. des Anhanges enthaltene Tafel von reducirten Beobachtungen, in der jede der sieben Sonnen-Beobachtungen mit jeder der sieben Sirius-Beobachtungen verglichen ist, zeigt, wie man sieht, einige Unregelmäſsigkeiten, welche aber wahrscheinlich eine Folge unseres veränderlichen Klimas und der rauchigen Atmosphäre von London sind. Ein gleichförmig heiterer Himmel ist das Erforderniſs zur Gleichförmigkeit dieser Versuche; und wenn auch in unserem Klima das Mittel aus vielen Vergleichen beinahe dasselbe Resultat geben wird wie eine geringere Zahl von Versuchen unter einer weniger veränderlichen Atmosphäre, so dürfen wir uns doch nicht verwundern, wenn bei uns die Extreme der Resultate sehr von einander abweichen *).

Aus dem Mittel verschiedener Versuche scheint hervorzugehen, daſs das Licht des Sirius gleich ist dem Sonnenlichte, welches von der Oberfläche einer Kugel von

*) Beobachter, welche diese Untersuchung fortsetzen wollen, werden daher gut thun, dazu ein günstiges Klima auszuwählen, auch nur solche mit der Sonne zu vergleichen, welche zu den Beobachtungszeiten beinahe gleiche Höhe mit ihr besitzen. Diese Vergleiche mit der Sonne würden durch den Vergleich derselben Sterne mit einander eine groſse Genauigkeit erlangen. Sterne von gleicher Rectascension können an Orten unter verschiedenen Breiten und selbst in beiden Hemisphären mit einander verglichen werden, wodurch die Ungleichheiten des atmosphärischen Einflusses bei verschiedenen Höhen wohl ganz eliminirt würden.

einem Zehntelzoll Durchmesser reflectirt und in der Entfernung von ungefähr 210 Fufs betrachtet wird. Der Durchmesser eines solchen Sonnenbildes verhält sich zu dem der Sonne wie 1 zu 100 000, und folglich steht die Helligkeit eines solchen Bildes zur Helligkeit der wirklichen Sonne in dem Verhältnifs 1:10 000 000 000. Da aber fast die Hälfte des Lichts bei der Reflection verloren geht, so sind wir durch diese Versuche zu der Annahme berechtigt, dafs das Licht des Sirius kaum mehr als den 20 000 000 000ten Theil des Sonnenlichts ausmacht.

Die Entfernung, in welche die Sonne gebracht werden müfste, damit wir von ihr nur den zwanzigtausendmillionten Theil ihres jetzigen Lichts empfingen, würde also gleich seyn ihrer gegenwärtigen Entfernung multiplicirt mit $100000\sqrt{2}$. Sie würde dann, läge sie noch in der Ecliptik, eine Längen-Parallaxe von 3 Secunden besitzen; stellte man sie aber in einen gleichen Winkelabstand wie der Sirius von der Ecliptik, d. h. in eine Breite von etwa $39\frac{1}{2}°$, so würde sie, da die Parallaxe proportional ist dem Sinus der Breite, eine Breiten-Parallaxe von ungefähr 1,8 Secunden haben.

Nimmt man an, der Sirius habe eine Parallaxe von 0,5 Secunde, und sey folglich 525 481 Mal entfernter von der Erde als die Sonne, so wird derselbe, wenn man ihm die Entfernung der Sonne giebt, einen scheinbaren Durchmesser, 3,7 Mal gröfser als der der Sonne besitzen, und uns eben so viel Licht als 13,8 Sonnen liefern.

Aus ähnlichen Versuchen, die ich mit Vega in der Leyer anstellte, geht hervor, dafs dieser Stern uns ungefähr den $\frac{1}{180\,000\,000\,000}$ Theil des Lichts der Sonne oder ein Neuntel vom Lichte des Sirius zuschickt.

Wenn wir auch diese Methode nicht auf den Vergleich von Sternen mit der Sonne ausdehnen wollen, so

können wir sie doch zum Vergleich der Sterne mit einander gebrauchen, und dadurch, die Wünsche Michell's erfüllend *), diese Himmelskörper, welche bisher nur in eine geringe Zahl sehr unbestimmter Classen gebracht wurden, mit Genauigkeit nach dem Verhältnisse und der Stärke ihrer Helligkeit ordnen.

Indem ich diesen Aufsatz schliefse, ersuche ich die K. Gesellschaft, ihre Aufmerksamkeit mehr auf die Methode als auf die nach ihr gemachten Beobachtungen zu richten; denn diese sind in zu geringer Anzahl angestellt, als dafs ich mit Zuversicht anzugeben wagte, in welchem Verhältnisse das Licht der Sonne wirklich zu dem der Fixsterne stehe. Es war meine Absicht, hätte es meine Gesundheit erlaubt, die Beobachtungen so weit zu vermehren, bis ich ausgemittelt haben würde, wie nahe das Mittel aus einer grofsen Reihe von Vergleichen mit dem aus einer andern Reihe übereinstimmte, und welch Vertrauen also die Methode wirklich verdiente. Da ich aber jetzt keine Aussicht mehr habe, diesen Gegenstand zum Abschlufs zu bringen, so übergebe ich die Methode geschickten Beobachtern zur Prüfung, welche bald beurtheilen werden, ob sie zur Fortsetzung dieser Untersuchung geeignet sey.

Anhang.

I. *Reflectirtes Sonnenbild, verglichen mit einem reflectirten Kerzenlichtbilde.* Das von einer mit Quecksilber gefüllten Thermometerkugel reflectirte Sonnenbild wurde in einiger Entfernung durch ein Fernrohr mit 36 maliger Vergröfserung und zwei gelben Gläsern vor dem Ocular betrachtet. Das Bild der brennenden Kerze, reflectirt von einer ähnlichen Kugel, wurde durch eine Linse von 2 bis 2½ Zoll Brennweite betrachtet, und der Abstand der Kerze

*) *Philosoph. Transact. f.* 1767, *p.* 241.

erze so lange verändert, bis ihr Bild dem Sonnenbilde Helligkeit gleich kam.

	B Thermometerkugel für die Sonne.	*D*	*b* Thermometerkugel für die Kerze.	*d*	*l* Brennweite der Linse vor dem Bilde der Kerze.
	Durchmesser.	Entfernung.	Durchmesser.	Entfernung.	
826 März 10.	0",19	1440"	0",44	68"	2",0
827 März 14.	0 ,26	2928	0 ,26	42	2 ,5
März 16.	0 ,26	2928	0 ,26	28	2 ,5
März 16.*	0 ,11	1440	0 ,26	41	2 ,5
März 25.	0 ,26	2928	0 ,26	36	2 ,5
März 25.*	0 ,11	1440	0 ,26	57	2 ,5
April 6.	0 ,11	1440	0 ,26	49	2 ,5

II. *Sirius verglichen mit dem reflectirten Bild eines Kerzenlichts.* Der Sirius wurde durch ein Fernrohr, mit 6maliger Vergröſserung und zwei gelben Gläsern vor em Ocular, betrachtet, das von einer mit Quecksilber efüllten Kugel reflectirte Bild der Kerze durch eine Linse on 2 bis 2,5 Zoll Brennweite. Die Entfernung der Kerze urde so lange verändert, bis ihr Bild eben so hell wie er Sirius war.

Tag der Beobachtung	β Thermometerkugel für die Kerze.	δ	λ Brennweite der Linse vor dem Bilde der Kerze.	Bemerkungen.
	Durchmesser.	Entfernung		
826 März 15.	0",44	216"	2",0	
März 19.	0 ,44	165	2 ,0	Sehr sternhelle Nacht.
827 Febr. 14.	0 ,44	246	2 ,0	
Febr. 15.	0 ,44	170	2 ,0	Sehr sternhelle Nacht $10^h\ 30'$
März 14.	0 ,26	102	2 ,5	
April 4.	0 ,26	90	2 ,5	
April 9.	0 ,26	93	2 ,5	$7^h\ 15'$

III. *Wega in der Leyer, verglichen mit dem reflectirten Bilde einer Kerze.*

827 April 9. 0",26 276" 2",5

IV. *Reduction der obigen Beobachtungen über die Sonne und den Sirius.* Wäre alles Licht, welches auf die Thermometerkugel fiel, von dieser reflectirt worden, so würde das Licht der Sonne gleich seyn dem Lichte des Sirius multiplicirt mit $\left(\frac{4\,Db\delta\lambda}{B\beta dl}\right)^2$. Da sowohl die Sonne, als auch der Sirius in sieben Beobachtungen mit der Kerze verglichen wurde, so erhält man die folgenden 49 verschiedenen Werthe für den Ausdruck $\frac{4\,Db\delta\lambda}{B\beta dl}$.

Sirius-Beobachtungen.	Sonnenbeobachtungen. 1826 10. März	1827 2. März	1827 16. März	1827 16. März*	1827 25. März	1827 25. März*	1827 6. April	Summen.
1826 März 15.	96 297	107 022	160 533	127 441	124 859	91 668	106 634	814 454
März 19.	73 560	81 732	122 629	97 351	95 398	70 024	81 458	622 152
1827 Febr. 14.	109 672	121 886	182 829	145 141	142 200	104 400	121 725	927 853
Febr. 15.	75 789	84 230	126 345	100 301	98 268	72 146	83 925	641 004
März 14.	98 435	109 397	164 096	127 630	130 270	93 703	109 002	832 533
April 4.	86 854	96 527	144 791	112 625	114 944	82 679	96 178	734 598
April 9.	89 749	99 745	149 622	116 366	118 776	85 435	99 384	759 077
								5 331 671

Aber $\frac{5\,331\,671}{49}=108\,809$. In der Annahme also, afs bei der Reflexion an der Thermometerkugel kein onnenlicht verloren gegangen sey, giebt das Mittel aus en obigen Versuchen:

onnenlicht $=(108\,809)^2 \times$ Siriuslicht $= 11\,839\,533\,000$; Siriuslicht.

Nimmt man aber an, dafs nahe die Hälfte des Lichts ei der Reflexion verloren gegangen, so ist das Sonnen-icht $= 20\,000\,000\,000 \times$ Siriuslicht.

V. *Sonnenlicht, verglichen mit Kerzenlicht, ver-ittelst der Schatten.*

Beobachtungs-tag. 1799.	*H* Loch im Fensterladen. Durchmesser.	*D* Abstand vom Schirm.	*C* Abstand der Kerze vom Schirm, als ihr Licht dem durch das Loch gefallenen Sonnenlicht gleich war.	Zahlenwerthe von: $\left[\frac{12D}{CH}\times 2tg.\frac{\odot Diam.}{2}\right]^2$
Ende Mais	0″,0067	93″	19″,5	6152
und	0 ,0072	93	19 ,0	5611
Anfangs Juni	0 ,0086	93	18 ,0	4382
	0 ,0093	93	17 ,5	3965
	0 ,0093	111,5	20 ,5	5228
	0 ,0098	102	14 ,25	6477
	0 ,0098	108	15 ,16	6410
	0 ,0098	120	17 ,0	6299
28. Mai .	0 ,0098	120	17 ,5	5944
19. Juni .	0 ,0105	126	15 ,0	7770
	0 ,0111	93	14 ,5	4054
	0 ,0118	93	13 ,0	4463
				66755

Aber $\frac{66755}{12}=5563$; folglich ist 5563 die Zahl von Kerzen, welche in einer Entfernung von 12 Zoll eben so viel Licht als die Sonne geben würde.

VI. *Mondeslicht, verglichen mit Kerzenlicht, mittelst der Schatten.*

Beobachtungstag.	Bemerkungen.	Abstand der Kerze v. Schirm, als ihr Licht dem Mondlicht gleich war.
1799 Mai 16.	Mondselongation 170° ½	144"
— Jun. 17.	Vollmond	144

Folglich ist Mondlicht $=\frac{1}{144}\times$Kerzenlicht in 12 Fuſs Entfernung

$$\text{und Sonnenlicht} = 5563\times\left(\frac{144}{12}\right)^2 \text{Mondlicht}$$
$$= 801\,072\times\text{Mondlicht.}$$

XII. *Neue Untersuchungen über die specifische Wärme der Gase;*
von den HH. A. De La Rive und F. Marcet.

(*Bibliothèque universelle, T. XLI. p.* 37.)

Durch eine Reihe zahlreicher Versuche sind wir zu dem Resultat geführt worden, daſs, bei gleichem Volumen und unter gleichem Drucke, alle Gase eine gleiche specifische Wärme besitzen *). Gegen diesen und einige andere Schlüsse aus unserer Untersuchung hat man eingewandt, daſs wir mit zu geringen Gasmengen experimentirt haben, um etwa vorhandene Unterschiede in der specifischen Wärme wahrnehmen zu können. Dieser Einwurf, obgleich der einzige, den man gegen die Genauig-

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 86. S. 363.

keit des von uns angewandten Verfahrens erhoben hat, ist zu wichtig, als dafs wir ihn unberücksichtigt lassen könnten. Zwar haben wir denselben schon in unserer Abhandlung erörtert und ihn durch mehrere Betrachtungen niedergeschlagen; auch haben wir gezeigt, dafs unser Apparat unter zwei gleichen Volumen atmosphärischer Luft von ungleicher Dichte Capacitätsdifferenzen nachweise, woraus hervorgeht, dafs er empfindlich genug sey, um Unterschiede, wo sie wirklich vorhanden sind, angeben zu können. Indefs haben wir uns nur wenig über diesen speciellen Punkt verbreitet, und so halten wir es für vortheilhaft, diesen Theil unserer Arbeit wieder aufzunehmen, um genau zu ermitteln, wie grofs der Einflufs der oben bezeichneten Fehlerquelle werden könne.

Zu dem Ende haben wir zunächst unsere Versuche über die specifische Wärme der atmosphärischen Luft von verschiedener Dichte mit Hülfe des früher gebrauchten Apparats wiederholt, und sie auf drei andere Gasarten ausgedehnt. Nicht überflüssig ist wohl zu erinnern, dafs wir die gröfsere oder geringere Wärmecapacität der Gase aus der mehr oder weniger erhöhten Temperatur, die gleiche Volumina von ihnen durch eine und dieselbe Wärmequelle erhielten, bestimmt haben. Das Gas befindet sich in einer Kugel von dünnem Glase, die am Ende einer gebogenen Röhre befestigt ist, deren anderes Ende in ein mit Quecksilber gefülltes Gefäfs hinabgeht. Die Quecksilbersäule, die sich in dem Rohr erhebt, giebt durch ihre Länge den mehr oder weniger beträchtlichen Druck an, den das Gas erleidet, und folglich ergeben sich die kleinsten Temperaturänderungen desselben aus der Vermehrung oder Verminderung seiner durch die Bewegungen des Quecksilbers versichtbarten Expansivkraft. Hiedurch kann man, wenn das Gas einem Druck von 68 bis 70 Centimetern unterworfen ist, noch einen Unterschied von 0,04 Centesimalgrad abschätzen. Die Glaskugel befindet sich in der Mitte einer inwendig geschwärz-

ten Kugel von dünnem Kupferblech, die luftleer gemacht und in ein erwärmtes und auf constanter Temperatur gehaltenes Wasserbad versenkt wird.

Die Wärme gelangt also nur durch Strahlung zu der das Gas enthaltenden Glaskugel; und da die successiv in die Kugel gebrachten Gase sich durchaus unter gleichen Umständen befinden, so mufs die mehr oder weniger beträchtliche Temperatur, welche sie in gleicher Zeit erlangen, von ihrer specifischen Wärme abhangen.

Die folgende Tafel zeigt, um wie viel Grade sich gleiche Volumina von *atmosphärischer Luft*, von *Kohlensäure-*, *Stickstoffoxydul-* und *Wasserstoffgas*, innerhalb einer gleichen Zeit, nämlich innerhalb 5 Minuten, und unter einem successiv verschiedenen Druck erwärmten, als sie, die anfangs die Temperatur 10° besafsen, einer Temperatur von 20° ausgesetzt wurden. Die Grade der Erwärmung wurden für jeden einzelnen Fall berechnet aus dem Verhältnifs der Elasticitätszunahme, die das Gas nach fünf Minuten erreichte, zu der, welche dasselbe besafs, wenn es sich mit der Temperatur des umgebenden Wassers in's Gleichgewicht gesetzt, d. h. wenn es sich um zehn Grad erwärmt hatte.

	Druck, unter dem das Gas sich befand.	Erwärmung des Gases innerhalb 5 Minuten.
Atmosphärische Luft	66 Centimet.	6°,70 C.
	46	7 ,64
	25	8 ,55
Kohlensäuregas	68	6 ,66
	55	6 ,96
	42	7 ,80
	27	8 ,45
	17	9 ,50
Stickstoffoxydulgas	67	6 ,69
	50	7 ,20
	37	7 ,60 ? *)
	27	8 ,50

*) Bei Bestimmung dieser Zahl, die gröfser seyn mufs, ist sicht-

	Druck, unter dem das Gas sich befand.	Erwärmung des Gases innerhalb 5 Minuten.
Wasserstoffgas .	65 Centimet.	7°,00 C.
	50	7 ,40
	32	8 ,10
	22	8 ,60

Aus dieser Tafel ist ersichtlich, dafs unter gleichen Umständen und in gleicher Zeit ein gleiches Volumen irgend eines Gases sich desto stärker erwärmt, je geringer der Druck ist, unter dem es steht, und diefs beweist, dafs die Gase bei gleichem Volumen eine desto geringere specifische Wärme besitzen, je verdünnter sie sind. Wir haben noch nicht versucht, die genauen Verhältnisse zwischen der Expansivkraft und der Wärmecapacität eines Gases zu berechnen; dazu hätten wir die Versuche sehr vervielfältigen und auf eine andere Weise anstellen müssen. Unser einziger und, wie wir glauben, erreichte, Zweck war: zu zeigen, dafs der Apparat, dessen wir uns zu unsern früheren Versuchen bedient haben, empfindlich genug sey, Unterschiede zwischen den specifischen Wärmen der Gase nachzuweisen, wo sie wirklich vorhanden sind; wenn er also bei den verschiedenen Gasen, bei gleichem Volumen und unter gleichem Druck, keine Unterschiede angab, so rührte diefs daher, dafs wirklich alle diese Gase, ungeachet der Verschiedenheit ihrer chemischen Natur, gleiche Wärmecapacität besitzen.

Mit diesem ersten Beweis von der Genauigkeit unserer früheren Resultate haben wir uns jedoch nicht begnügt, sondern die Versuche, welche uns zu ihnen führten, mit weit beträchtlicheren Gasmengen wiederholt. Zu dem Ende haben wir die bisher gebrauchte Glaskugel

lich ein Fehler begangen; wir haben ihn jedoch zu spät bemerkt, um den Versuch wiederholen zu können; denn unser Apparat war schon aus einander genommen, als wir die Resultate berechneten.

durch eine weit gröfsere ersetzt, die aber dennoch sehr dünn ist, da sie nur etwas weniger als 22 Grm. wiegt, ungeachtet sie 0,4 Grm. atmosphärische Luft enthält, bei 68 Centimeter Druck und 12° C., wie alle zu unseren Versuchen angewandten Gase. Die gebogene Röhre, welche das Innere der Kugel mit dem Quecksilberbehälter in Verbindung setzte, hält ungefähr 4 Millimet. im Durchmesser, so dafs das Quecksilber sich frei bewegen und leicht den geringsten Aenderungen der Expansivkraft des Gases folgen kann. Diese Röhre ist, ungefähr 12 Centimet. oberhalb der Kugel, durch einen gläsernen eingeschliffenen Hahn unterbrochen, vermöge dessen man die Kugel luftleer machen und successiv mit verschiedenen Gasarten füllen kann. Die Entfernung jedes Metalls und jedes Kitts hat uns erlaubt auch mit *Chlor* und *Schwefelwasserstoffgas* zu experimentiren, was früher nicht anging. Wir hatten nur dafür zu sorgen, dafs atmosphärische Luft in der Röhre blieb, damit diese Gase nicht mit der Oberfläche der Quecksilbersäule in Berührung kamen, weil sie dieselbe schnell angegriffen haben würden. Diese Vorsichtsmaafsregel konnte an den Resultaten nichts ändern, weil einerseits die Luftmenge in der Röhre im Verhältnifs zur Gasmenge in der Kugel aufserordentlich klein war, und überdiefs die hiebei entstehende geringe Verunreinigung des Gases nur dann bei der Bestimmung der specifischen Wärme der verschiedenen Gase von Einflufs gewesen seyn würde, wenn man gefunden hätte, dafs einige in dieser Beziehung von einander abwichen.

Die neue Glaskugel wurde, wie die frühere, in die Mitte einer kupfernen Kugel von 22 Centimeter oder ungefähr 8 Zoll Durchmesser gebracht; letztere hatte sehr dünne Wände, war inwendig geschwärzt und wurde luftleer gemacht. Bei jedem Versuch versicherte man sich, dafs die Kugel das Vacuum gut hielt, und überhaupt, dafs alle Theile des Apparats im guten Zustand waren. Die Art, wie wir im Einzelnen jeden Versuch anstellten, ist folgende.

Wir machten zuerst die Glaskugel möglichst luftleer, rachten dann das Gas hinein und setzten es einem Druck on ungefähr 69 Centimetern aus. Darauf machten wir ie kupferne Kugel luftleer und stellten sie in eine Masse Vasser, die beständig in der Temperatur 12°,5 C. oder 0° R. erhalten wurde. Wir hielten uns für versichert, afs das Gas die Temperatur dieses Wassers angenommen hatte, wenn das Quecksilber in der Röhre, nachlem es gestiegen oder gefallen war, einige Zeit hindurch ollkommen auf einem Punkte stehen blieb. Dann brachen wir die kupferne Kugel rasch in ein anderes Gefäfs nit Wasser von 31° C. oder etwas weniger als 25° R. Sogleich erwärmte sich das Gas, und indem es an Exansivkraft zunahm, drückte es die Quecksilbersäule herab. Von dem Augenblick ab, wo die Erwärmung anfing, beobchteten wir, von Minute zu Minute, um wieviel die Quecksilbersäule sank; diefs gab uns die successiven Anwüchse ler Expansivkraft des Gases, aus welchen man leicht die ugehörigen Temperaturerhöhungen ableitete. Nach beenligtem Versuche sahen wir nach, ob kein Theil des Apparats verletzt worden war, und wann nicht, so fingen vir entweder mit demselben Gase den Versuch wieder n, oder wir brachten ein anderes in die Glaskugel, nachlem wir sie mehrmals luftleer gemacht, um das erste Gas ollständig zu entfernen. Die Vorsichtsmafsregeln, welhe wir trafen, um unseren Versuchen die möglichste Geauigkeit zu geben, können wir nicht ausführlich beschreien; wir bemerken nur, dafs wir sorgfältig die Gase recht ein und recht trocken anwandten, dafs wir grofse Masen Wasser nahmen und sie beständig umrührten, damit hre Temperatur rings um die kupferne Kugel recht gleichörmig war. Jeder Versuch wurde mehrmals wiederholt, bgleich es häufig nicht einmal nöthig war, das Mittel aus hren Resultaten zu nehmen, da sie ganz aufserordentlich nit einander übereinstimmten.

Die Gase, welche dem Versuche unterworfen wurlen, waren: *atmosphärische Luft*, *Kohlensäure*, *Stick-*

stoffoxydul, *ölbildendes Gas*, *schweflige Säure*, *Schwefelwasserstoff*, *Chlor* und *Wasserstoff*. Wir haben gerade diese Gase zuerst ausgewählt, weil sie uns in ihren chemischen und physischen Eigenschaften gerade am meisten von einander abzuweichen scheinen. Da die Resultate, welche sie uns geliefert, vollkommen mit einander übereinstimmen, so hielten wir es für unnöthig, unsere Untersuchungen noch auf andere Gasarten auszudehnen, die wir übrigens in dieser Beziehung schon in unserer ersten Arbeit geprüft hatten.

Die folgende Tafel wird eine richtige Idee von unseren Versuchen geben. Die erste Spalte enthält die Namen der untersuchten Gase, die zweite giebt an, zu welcher Minute nach Beginn der Erwärmung, d. h. nach Uebertragung der Kupferkugel aus dem Wasser von 12°,5 in das von 31°, eine jede Beobachtung gemacht worden ist; die dritte enthält die Zahl der Millimeter, um welche die Quecksilbersäule sank, oder die den einzelnen Beobachtungsmomenten entsprechenden Anwüchse der Expansivkraft des Gases; und endlich giebt die vierte die Erwärmung der Gase, ausgedrückt in Centesimalgraden, wie sie aus diesen Anwüchsen der Expansivkraft hervorgeht. Die Temperaturerhöhung in jedem Fall ist leicht zu berechnen, wenn man sich erinnert, dafs bei dem Drucke von 69 bis 70 Centimeter, dem die Gase unterworfen wurden, jeder Centesimalgrad, wie leicht zu erweisen ist, einen Unterschied von ungefähr $2^{mm},5$ in der Expansivkraft, oder 25 Abtheilungen unserer Skale, die genau Zehntel eines Millimeters angiebt, entspricht, woraus folgt, dafs wir einen Unterschied von 0,04° C. in der Erwärmung leicht bestimmen konnten.

a s e.	Zeitpunkte d. Beobacht.	Anwüchse der Expansivkraft.	Erwärmung der Gase.
ärische Luft	2 Minuten	23°,0 Millim.	9°,20 C.
	3	28 ,1	11 ,24
	4	31 ,5	12 ,60
	5	33 ,5	13 ,40
	6	34 ,6	13 ,84
	7	35 ,4	14 ,16
	8	36 ,0	14 ,40
äure . .	2	23 ,0	9 ,20
	3	28 ,0	11 ,20
	4	31 ,5	12 ,60
	5	33 ,7	13 ,48
	6	34 ,7	13 ,88
	7	35 ,5	14 ,20
	8	35 ,9	14 ,36
ffoxydul .	2	23 ,0	9 ,20
	3	28 ,0	11 ,20
	4	31 ,3	12 ,52
	5	33 ,4	13 ,36
	6	34 ,5	13 ,80
	7	35 ,5	14 ,20
	8	36 ,0	14 ,40
endes Gas	2	23 ,0	9 ,20
	3	28 ,0	11 ,20
	4	31 ,5	12 ,60
	5	33 ,1 ?	13 ,24
	6	34 ,5	13 ,80
ige Säure	2	23 ,0	9 ,20
	3	28 ,0	11 ,20
	4	31 ,5	12 ,60
elwasserstoff	2	23 ,0	9 ,20
	3	28 ,1	11 ,23
	4	31 ,7	12 ,68
. . . .	2	22 ,9	9 ,16
	3	28 ,0	11 ,20
	4	31 ,6	12 ,64
	5	33 ,5	13 ,40
	6	34 ,4	13 ,76

Gase.	Zeitpunkte d. Beobacht.	Anwüchse der Expansivkraft.	Erwärmung der Gase.
Wasserstoff . .	2 Minuten	23°,6 Millim.	9°,44 C.
	3	29 ,0	11 ,60
	4	32 ,0	12 ,80
	5	33 ,8	13 ,52
	6	34 ,7	13 ,88
	7	35 ,5	14 ,20
	8	36 ,1	14 ,44

Hinsichtlich dieser Tafel ist folgendes zu bemerken: 1) Bei einigen Gasen, z. B. der schwefligen Säure, beim Chlor und Schwefelwasserstoff, haben wir die Beobachtungen nicht so weit als bei den übrigen getrieben, weil es schwierig war zu verhindern, dafs sie nicht nach einiger Zeit sich mit der im Rohre gelassenen Luft vermischten und die Oberfläche der Quecksilbersäule angriffen; so wie wir diefs bemerkten, hielten wir augenblicklich mit der Beobachtung inne, aus Furcht, nicht genau die Quecksilberhöhe messen zu können. 2) Die nach Ablauf von 5 Minuten beim ölbildenden Gase gemachte Beobachtung ist offenbar fehlerhaft, wie es die vollständige Uebereinstimmung der übrigen mit den entsprechenden Resultaten der andern Gase zeigt. 3) Beim Wasserstoff weichen die Grade der Erwärmung zu sehr von den bei den übrigen Gasen beobachteten ab, als dafs man die Unterschiede blofs von einem Fehler herleiten könnte; sie müssen daher eine andere Ursache haben, wie wir sogleich näher erörtern werden.

Vergleicht man die Resultate in obiger Tafel mit einander, so sieht man, dafs, bei gleichen Volumen, alle von uns untersuchten Gase, ausgenommen das Wasserstoffgas, nach Ablauf einer gleichen Zeit eine gleiche Zunahme in ihrer Expansivkraft, und folglich eine gleiche Erhöhung in ihrer Temperatur erlangt haben. So z. B. wurde nach zwei Minuten ihre Expansivkraft um 23 Millimeter vermehrt, also ihre Temperatur um 9°,20 erhöht.

Nur beim Chlor waren diese Werthe etwas geringer, die Expansivkraft nämlich 22,9 Millimeter, und die entsprechende Erwärmung also 9°,16; der Unterschied von 0,04° ist indefs zu gering, als dafs man ihn nicht einen Beobachtungsfehler zuschreiben könnte, und diefs beweisen auch die übrigen Resultate beim Chlor, da ihre Differenzen mit denen der andern Gase theils Null sind, theils nach der entgegengesetzten Seite ausschlagen. Nach Verlauf von drei Minuten betrug die Zunahme der Expansivkraft bei der Luft und beim Schwefelwasserstoffgase $28^{mm},1$, und bei den übrigen $28^{mm},0$, die Erwärmung also bei den ersteren 11°,24, und bei den letzteren 11°20. Führt man mit solchen Vergleichungen fort, so findet man, dafs in den wenigen Fällen, wo bei der Erwärmung der verschiedenen Gase Unterschiede beobachtet wurden, diese, auf die atmosphärische Luft bezogen, nur 0,04 eines Grades betrugen, ausgenommen nur zwei Fälle, in denen sie bis auf 0°,08 stiegen; und da sie bei einem und demselben Gase bald auf dieser, bald auf jener Seite liegen, so verschwinden sie, wenn man aus den zu verschiedenen Zeitpunkten gemachten Beobachtungen das Mittel nimmt.

Es scheint uns demnach durch die so eben aus einander gesetzte Beobachtungsreihe erwiesen, dafs gleiche Volumina verschiedener, unter gleiche Umstände versetzter, Gase in gleicher Zeit eine gleiche Temperaturerhöhung erleiden. Diefs Resultat kann nur in der Annahme erklärt werden, entweder, dafs diese Gase eine gleiche specifische Wärme besitzen, oder, falls Unterschiede in dem Grade der Erwärmung vorhanden gewesen, dafs unser Apparat nicht Empfindlichkeit genug besessen habe, sie anzugeben. Die letzte Voraussetzung scheint uns durchaus unwahrscheinlich; denn da die Glaskugel noch nicht volle 22 Grm. wog, und 0,4 Grm. atmosphärische Luft enthielt, so konnte sie allein nicht allen Wärmestoff absorbirt, und den Einflufs des Gases in dieser Beziehung ganz

vernichtet haben. Wirklich war das constante Volumen des Gases, dessen Gewicht von dem ihm zugehörigen specifischen Gewicht abhängt, so beträchtlich, daſs ein Unterschied von 0°,04 in seiner Erwärmung, verglichen mit der eines andern Gases, noch nicht einen Unterschied von einem Zehntel in der relativen specifischen Wärme hervorbrachte. Dieſs ist leicht durch die Formel für die specifische Wärme zu erweisen, wenn man annimmt, daſs der strahlende Wärmestoff, der zu der mitten im Vacuo befindlichen Glaskugel gelangte, sich nach Verhältniſs der Masse und der specifischen Wärme zwischen der Kugel und dem Gase in derselben vertheilte. Berechnet man auf diese Weise die Wärmecapacität zweier Gase für den Fall, daſs die in gleicher Zeit beobachteten Grade der Erwärmung verschieden seyen, so gelangt man in der That zu zwei Zahlen, die nur um ein Zehntel von einander abweichen. Legt man daher die Beobachtungen, die in dem Grade der Erwärmung eine vollkommne Gleichheit geben, bei Seite, und zieht nur die an Zahl weit geringeren, die einen Unterschied geben, in Rechnung, so kommt man dennoch zu dem Resultate, daſs die specifischen Wärmen der Gase, falls sie verschieden sind, nur um ein Zehntel von einander abweichen können.

Was das Wärme-Leitungsvermögen der Gase betrifft, so scheint es bei allen, mit Ausnahme des Wasserstoffgases, sehr wenig verschieden zu seyn, wie andere Thatsachen schon gezeigt haben; auch waren bei unseren Versuchen die Temperaturunterschiede und die Gasmengen nicht so beträchtlich, daſs sie einen Einfluſs auf die Geschwindigkeit der Erwärmung ausgeübt haben könnten. Nur beim Wasserstoffgase war dieser Einfluſs deutlich sichtbar, weil es sich nach zwei Minuten um 9°,441, statt um 9°,20 erwärmte, nach drei Minuten um 11°,60, statt 11°,24, nach vier Minuten um 12°,80, statt 12°,60. Erst nach Verlauf von sechs Minuten wurde seine Erwärmung der der übrigen Gase ähnlich, weil die

Differenz zwischen seiner Temperatur und der der Hülle geringer geworden war, und dadurch der Einflufs seines gröfseren Leitungsvermögens verschwinden mufste. Schon ältere Untersuchungen haben vor uns gezeigt, dafs das Wasserstoffgas die Eigenschaft besitze, sich schneller als die übrigen Gase mit der Temperatur der umgebenden Körper in's Gleichgewicht zu setzen, und dieser, nicht einer anderen Ursache, wie etwa einer Verschiedenheit der specifischen Wärme, hat man die gröfsere Geschwindigkeit seiner Erwärmung in den ersten Augenblicken zuzuschreiben.

Man könnte aus den obigen Versuchen vielleicht schliefsen, dafs der Einflufs, den das verschiedene Leitungsvermögen der Gase ausübt, nicht Null sey, sondern die Erwärmung deshalb bei allen gleich ausfalle, *weil das Leitungsvermögen bei jedem proportional sey der specifischen Wärme*, d. h. weil dasjenige Gas, welches sich, vermöge seines gröfseren Leitungsvermögen, am schnellsten zu erwärmen strebe, eine gröfsere Wärmecapacität besitze, durch welche dann die Erwärmung desselben wieder verlangsamt werden würde. Wir halten es nicht für nöthig eine solche Folgerung ernstlich zu erörtern: 1) weil alle bisher angestellten Versuche zeigen, dafs die Gase in Bezug auf ihr Leitungsvermögen sehr wenig von einander abweichen, und diefs Element, bei der Art, wie wir unsere Versuche anstellten, von keinem Einflufs seyn konnte; 2) weil diese Folgerung in Betreff der specifischen Wärme der Gase zu einem zu grofsen Widerspruch mit den Resultaten unserer früheren Versuche führen würde, als dafs man sie annehmen könnte; 3) endlich, weil das Wasserstoffgas durch seine Ausnahme von dem hypothetischen Gesetze beweist, dafs der Unterschied im Leitungsvermögen, wenn er wirklich etwas grofs wird, einen leicht bemerklichen Einflufs ausübt.

Es sey uns erlaubt, als fernern Beweis der Empfind-

lichkeit unseres Apparats, noch zu erinnern, wie genau derselbe durch eine schnellere Erwärmung das gröfsere Leitungsvermögen des Wasserstoffs nachgewiesen hat. Hätte die Glaskugel allein einen merklichen Einflufs auf diese Erwärmung ausgeübt und wäre die Gasmenge in der Kugel dabei zu einer Mitwirkung zu gering gewesen, so würde zwischen der Temperatur des Wasserstoffgases und der, die irgend ein weniger leitendes Gas unter gleichen Umständen in derselben Zeit erlangte, kein Unterschied zu beobachten gewesen seyn.

Wir glauben demnach aus den hier aus einandergesetzten Versuchen wiederholt die schon in unserer ersten Abhandlung aufgestellten Schlüsse ziehen zu dürfen *):

1) dafs unter gleichem Druck und bei gleichem Volumen alle Gase eine gleiche specifische Wärme besitzen.

2) Dafs, bei demselben Volumen, ein und dasselbe Gas eine desto kleinere specifische Wärme besitzt, als der Druck, unter dem es steht, geringer ist.

XIII. *Ueber Hrn. Braconnot's unauslöschliche Dinte.*

Die Leser werden sich erinnern, dafs Hr. Braconnot neulich (dies. Ann. Bd. 91. S. 529.) eine Auflösung von thierischer Kohle in Schwefelkalium als unauslöschliche Dinte empfahl; durch neuere Erfahrung hat sich derselbe jedoch überzeugt, dafs diese Flüssigkeit nicht den Namen einer unauslöschlichen Dinte verdiene, weil die mit ihr geschriebenen Buchstaben durch abwechselnde Maceration mit Chlor und mit Kali wirklich verschwinden. (*Ann. de chim. et de phys. T. XL. p.* 439.)

*) Gegen diese Schlüsse hat jedoch Hr. Dulong mehrere erhebliche Einwendungen gemacht, die in dem nächsten Hefte mitgetheilt werden. *P.*

XIV. *Ueber aethiops mineralis, hydrargyrum sulphuratum nigrum,*
von C. G. Mitscherlich.

Wenn man gleiche Theile Schwefel und metallischen Quecksilbers zusammenreibt, so erhält man ein Pulver von grauschwarzer Farbe, den *aethiops mineralis.*

Mehrere Chemiker sehen das Präparat als ein Gemenge von Schwefel und Quecksilber an. Ein Beweis, dafs es ein Gemenge sey oder eine chemische Verbindung, ist aber nirgends angeführt, noch weniger eine Untersuchung über die Zusammensetzung des Präparats vorhanden.

Seguin *) bewies durch Versuche, dafs im *aethiops mineralis* kein Wasserstoff enthalten sey, und widerlegte Fourcroy's Ansicht, welcher Schwefelquecksilber und Schwefelwasserstoff als Bestandtheile annahm. Seguin nennt dieses Präparat bald ein Gemenge, bald eine Verbindung von Schwefel und Quecksilber. Was dieser Chemiker über das Verhältnifse des Schwefels zum Quecksilber in dieser Verbindung angiebt, beruht nicht auf analytischen Untersuchungen.

Um das Präparat von allen fremden Beimischungen rein zu erhalten, bereitete ich den *aethiops mineralis* aus ungefähr gleichen Theilen destillirten metallischen Quecksilbers und gereinigten Schwefels. Sie wurden in einem Achatmörser so lange gerieben, bis sich durch Salpetersäure keine Spur metallischen Quecksilbers mehr auflöste. Zinnober nämlich und Schwefelquecksilber auf nassem Wege bereitet, werden durch Salpetersäure nicht zersetzt, metallisches Quecksilber wird leicht dadurch aufgelöst. Durch diefs Verhalten der Salpeter-

*) *Annales de Chimie*, *T. XC.* 1814.

säure kann man also mit Sicherheit entscheiden, ob man ein Gemenge von Schwefel und Quecksilber oder eine chemische Verbindung hat, also auch, ob überhaupt der chemischen Verbindung noch eine Spur metallischen Quecksilbers beigemengt ist.

Bei der Darstellung des *aethiops mineralis* versuchte ich von Zeit zu Zeit das Verhalten der zusammengeriebenen Masse gegen Salpetersäure. Theilweise verband sich der Schwefel sehr bald mit dem Quecksilber, die vollständige Vereinigung beider Substanzen aber erforderte ein sorgfältiges und lange fortgesetztes Reiben. Für das Auge war das metallische Quecksilber lange schon verschwunden, als die Salpetersäure noch metallisches Quecksilber nachwies.

Wendet man bei der Bereitung eine gelinde Wärme an, so zeigt das Präparat dasselbe Verhalten gegen Salpetersäure.

Um die chemische Zusammensetzung dieses Mittels näher kennen zu lernen, war es nothwendig, den überschüssigen Schwefel zu entfernen. Dazu passen weder Alkohol noch Terpentinöl, aber durch Schwefelkohlenstoff erreicht man dieses sehr leicht.

3,342 Grm. eines sorgfältig bereiteten *aethiops mineralis* wurden mit ungefähr 2 Unzen Schwefelkohlenstoff einige Tage hingestellt, während dieser Zeit öfters geschüttelt und in warmen Wasser bis zum Kochen erhitzt. Nach dem Filtriren wurde der *aethiops* so lange mit Schwefelkohlenstoff ausgesüfst, als dieser noch Schwefel aufnahm. Der abfiltrirte Schwefelkohlenstoff und der, welcher zum Aussüfsen gedient hatte, wurden in einem Wasserbade mit Vorsicht überdestillirt. 1,382 Grm. krykrystallisirten Schwefels blieben in der Retorte zurück, und waren dem *aethiops* entzogen. Der mit Schwefelalkohol behandelte *aethiops* wog noch 1,966 Grm.

Die Menge des ausgesüfsten *aethiops* wurde nun zu zwei Versuchen benutzt, einmal, um das Verhältnifs des

Schwefels zum Quecksilber zu bestimmen, und zweitens, um zu sehn, ob durch längere Digestion mit Schwefelkohlenstoff noch Schwefel entzogen werden könne.

0,795 Grm. dieses Pulvers wurden mit rauchender Salpetersäure und Chlorwasserstoffsäure oxydirt. Etwas Schwefel wurde ausgeschieden; gut ausgewaschen wog er 0,024 Grm. Die gebildete Schwefelsäure wurde mit chlorwasserstoffsaurem Baryt gefällt, und gab 0,752 Grm. schwefelsauren Baryt, worin 0,103 Grm. Schwefel enthalten sind. 0,795 Grm. *aethiops mineralis* enthalten also 0,127 Grammen Schwefel, oder 83,93 Th. metallischen Quecksilbers sind mit 16,07 Theilen Schwefel chemisch verbunden.

0,341 Grm. desselben Pulvers wurden längere Zeit mit Schwefelkohlenstoff behandelt. Der überdestillirte Schwefelkohlenstoff hinterliefs in der Retorte noch 0,005 Gramm. Schwefel, so dafs noch 1,5 Proc. Schwefel dem Präparat mechanisch beigemengt waren.

Es besteht der *aethiops mineralis* demnach aus einer chemischen Verbindung des Schwefels mit dem Quecksilber, welcher die übrige Menge Schwefel mechanisch beigemengt ist. Die chemische Verbindung ist eben so zusammengesetzt wie der Zinnober, und besteht nach der Analyse aus 85,43 Th. metallischen Quecksilbers und 14,57 Th. Schwefel. Der Zinnober oder die Schwefelungsstufe, welche dem Oxyde entspricht, besteht aus:

Quecksilber	86,29
Schwefel	13,71.

Die mühselige Bereitung des *aethiops mineralis* macht eine leichtere Darstellungsmethode wünschenswerth. Folgende Versuche wurden in dieser Absicht angestellt.

Durch Zusammenschmelzen gleicher Theile Schwefel und kohlensauren Kali's wurde eine Verbindung von Schwefel und Kalium dargestellt, welche mehr als zwei Proportionen Schwefel enthielt. Diese Verbindung wurde in Wasser aufgelöst.

Setzt man zu der Auflösung von Sublimat Schwefelkalium in geringer Quantität, so erhält man einen weifsen Niederschlag, welcher, nach der Untersuchung von H. Rose, eine Verbindung ist von Sublimat und Schwefelquecksilber. Die Darstellung dieses Körpers ist auf diese Weise viel leichter und sicherer, als wenn man ihn durch Schwefelwasserstoff sich verschafft.

Setzt man dagegen zu der Auflösung von Schwefelkalium eine Auflösung von Sublimat hinzu, und zwar in der Quantität, dafs noch Schwefelkalium unzersetzt zurückbleibt, so erhält man anfangs zwar einen weifsen, doch bald nachher nur einen schwarzen Niederschlag, indem der weifse Körper durch noch vorhandenes Schwefelkalium wieder zersetzt wird.

Der schwarze Niederschlag wurde sorgfältig ausgewaschen und getrocknet. 2,982 Grm. dieses Niederschlags wurden mit Schwefelkohlenstoff behandelt, welcher 0,656 Grm. krystallisirten Schwefels nach der Destillation in der Retorte zurückliefs.

1,141 Grm. dieses vom überschüssigen Schwefel befreiten Schwefelquecksilbers wurde in Salpetersalzsäure oxydirt und dann durch chlorwasserstoffsauren Baryt gefällt. Der gebildete schwefelsaure Baryt wog 1,148 Grm. und enthielt also 0,158 Schwefel. 86,12 Theile metallischen Quecksilbers sind demnach mit 13,88 Th. Schwefel chemisch verbunden, eben so wie im Zinnober.

Beide Präparate, sowohl das auf nassem als das auf trocknem Wege bereitette, enthalten dieselbe Schweflungsstufe und noch mechanisch beigemengten Schwefel, letzteren aber in verschiedener Menge. Bereitet man die höchste Schweflungsstufe des Kaliums mit Sorgfalt und fällt die Auflösung durch Sublimatsolution, so erhält man einen *aethiops mineralis*, welcher auch noch etwas weniger mechanisch beigemengten Schwefel enthält, als der *aethiops* auf trocknem Wege bereitet. Für die Anwendung in medicinischer Hinsicht dürfte diese Verschieden-

heit wahrscheinlich ohne Bedeutung seyn. Das Präparat auf nassem Wege bereitet, ist dagegen, wie diefs bei allen solchen Niederschlägen der Fall ist, sehr viel feiner zertheilt als die zusammengeriebene Masse, und daher gewifs weit stärker wirkend. Hat sich der *aethiops mineralis*, auf nassem Wege bereitet, in der medicinischen Anwendung bewährt, so ist es leicht, dem Apotheker die Bereitungsart mit solchen Vorsichtsmafsregeln anzugeben, dafs das Präparat rein und in seiner Zusammensetzung immer gleich erhalten wird.

XV. *Der Rückstand des Schiefspulvers als Pyrophor; von Dr. Moritz Meyer.*

Seit Jahrhunderten bedient man sich des Schiefspulvers, und doch erst seit kurzer Zeit hat man bemerkt, dafs der Rückstand, den es beim Verbrennen läfst, ein guter, und für die Artillerie gefährlicher Pyrophor ist. — Dieser Rückstand wird um so gröfser, je unvollkommner die Verbrennung war; zeigt sich daher besonders bei schwachen Ladungen und kurzen Geschützröhren in grofser Menge. In dem Rohre bildet er dünne sich über einander lagernde Schichten; die Grundfarbe derselben ist schwarzgrau, und darüber sind gelbe Tropfen gespritzt. — Nur bei sehr trocknem Wetter erhalten sich diese Schichten eine Zeit lang unverändert, gewöhnlich sind sie in wenigen Minuten feucht und zerfliefsen endlich. Eine Temperaturveränderung ist dabei kaum zu bemerken. Kratzt man aber den Rückstand, so lange er noch trokken ist, heraus, und packt ihn in Papier oder Wolle, so erwärmt er sich nach einer Minute etwa, die Temperatur steigt, wenn man gegen $\frac{1}{2}$ Loth der Masse angewandt, bis zum Siedepunkt ziemlich regelmäfsig um 20 bis 25° C. in der Minute; von 100° C. an wird aber

die Wärmezunahme sehr unregelmäfsig, das Thermometer steht minutenlang ganz unverrückt, und steigt dann wieder in unmefsbarer Zeit um 50 bis 60°. Nach etwa einer Viertelstunde brennt die Umhüllung, ja sogar früher schon, wenn sie ein wenig angefeuchtet war; der Pyrophor, der nach dem Auskratzen aus lockern, dünnen Schuppen bestand, bildet nun eine feste gleichartige gelbliche Masse. Zerreibt man sie möglichst fein und erwärmt sie sehr vorsichtig auf dem Wasserdampfapparate, so wirkt sie von Neuem als Pyrophor, jedoch nicht mehr so kräftig als das erstemal. Läfst man aber den Pyrophor eine Zeit lang an der Luft stehn, so wird er weifsgrau, und wirkt nun nicht mehr pyrophorisch.

Die Analyse des frischen Rückstandes gab Schwefelkalium, schwefelsaures und kohlensaures Kali, und Kohle, einigemale auch etwas Schwefel. Unterschwefelsaures Kali war nicht zu finden. Der Rückstand entwikkelte, mit Wasser behandelt, kein Wasserstoffgas, enthielt also kein Kalium. — Das Schwefelkalium war nicht, wie man aus der Zusammensetzung des Schiefspulvers von 1 Atom Schwefel auf 1 Atom Salpeter hätte erwarten sollen, das Erste, sondern verhielt sich ganz wie die gewöhnliche Hepar. — Ein höchst widerlicher Geruch scheint auf eine Art brenzlichen Oels im Rückstande zu deuten.

Die Mengungsverhältnisse wurden sehr verschieden gefunden, besonders hinsichtlich des Schwefelkaliums und schwefelsauren Kali's, weil ersteres so sehr leicht in dieses sich verwandelte. Die Kohle betrug ziemlich constant 2 Procent.

Die pyrophorische Eigenschaft des Pulverrückstandes beruht also, wie bei dem von Gay-Lussac untersuchten Pyrophor aus Alaun und Kienrufs, auf der hygroscopischen Kraft des sehr fein vertheilten, also viel Oberfläche bietenden Schwefelkaliums. Um noch bestimmter sich zu überzeugen, ob wirklich blofs Wasseransaugung

und nicht vielleicht auch Oxydation hier wirksam sey, wurden einige Loth frischen Rückstandes in ein verschlossenes Gefäfs gebracht. Man leitete zuerst durch Chlorcalcium getrocknete Luft darüber, es zeigte sich aber keine Temperaturerhöhung. Nun liefs man feuchte Luft eintreten, das Thermometer stieg fast augenblicklich: dann ward wieder blofs trockne Luft zugelassen, das Thermometer stand nach einigen Secunden still, und blieb unverrückt stehn, bis wieder feuchte Luft eintrat. — Obwohl also die Wasseransaugung die eigentliche Ursache der Erhitzung zu seyn scheint, so geschieht doch immer eine geringe Oxydation dabei, denn die Analyse giebt nach der Erhitzung etwas mehr schwefelsaures Kali als vorher. Der durch längeres Stehn weifsgrau gewordene Rückstand zeigte fast nur schwefelsaures Kali, und daher rührt seine Unfähigkeit sich ferner zu erhitzen.

Auch direct kann man den Pyrophor erhalten, wenn man die genannten, im Rückstande enthaltenen Substanzen in warmen Gefäfsen möglichst schnell und innig zusammenreibt; doch erhält man niemals auf diesem Wege eine so kräftig wirkende Masse wie durch Pulververbrennung, gewifs weil man nicht im Stande ist, die Substanzen so fein zu kleinern und so innig zu mengen, wie sie es im Pulver waren. — Man sieht dabei deutlich, dafs das Schwefelkalium nur schwach vom kohlensauren Kali im Wassereinsaugen unterstützt wird, und dafs diefs wie die übrigen Beimengungen besonders nur dazu dient, das Schwefelkalium fein zu vertheilen, aufzulockern und am Zusammenbacken zu verhindern.

XVI. *Chemische Analyse des Dioptases; von Dr. Hefs.*

(Gelesen in der K. Academie der Wissenschaften zu St. Petersburg, den 12. August 1829.)

Während meines Aufenthaltes in Sibirien hatte ich in der letzten Zeit Gelegenheit das noch seltene Mineral, den Dioptas, zu untersuchen, von dem ich annehmen zu können glaubte, dafs er hinsichtlich seiner Zusammensetzung nicht hinreichend bekannt sey. Die Zerlegung geschah auf folgende Weise. — Das Fossil wurde durch Salpetersäure aufgeschlossen und die Kieselerde auf die gewöhnliche Weise abgeschieden. Die Auflösung, welche die übrigen Stoffe enthielt, wurde eingetrocknet und bei allmälig gesteigerter Hitze zersetzt. Der Rückstand wurde mit etwas Säure angefeuchtet und dann in kaustischem Ammoniak aufgelöst. Dieser hinterliefs Eisenoxyd, welches als Oxydul in Rechnung gebracht und von dem Gewichte des Rückstandes abgezogen wurde. Die ammoniakalische Auflösung enthielt nun das Kupferoxyd aufgelöst, nebst einer kleinen Menge Kalkerde, die ich aber nicht bestimmte, theils weil die Arbeit mit einer zu kleinen Quantität des Stoffes gemacht, theils weil meine Zeit mir die Fortsetzung nicht gestattete. Der Wassergehalt wurde durch Glühen einer anderen Portion Dioptases bestimmt; welches um so besser geschehen konnte, als das angewandte Mineral vollkommen rein war, und die Auflösung in Salpetersäure keine Gegenwart von Kohlensäure verrieth. — Nach dieser Analyse bestanden 100 Theile Dioptases aus:

		enthalten Sauerstoff	
Kupferoxyd	48,89	9,860	10,315
Eisenoxydul	2,00	0,455	
Kieselerde	36,60		19,010
Wasser	12,29		10,840
	99,78.		

Hier fand ich mich veranlaſst, diese Untersuchung t gröſseren Quantitäten zu wiederholen.

A. 321,25 Th. Dioptases verloren durch Glühen 37 an Gewicht oder 11,517 Procent.

B. 310,79 Th. Dioptases wurden mit basisch kohlensaurem Kali geschmolzen, alsdann in Salpetersäure aufgelöst. Die Flüssigkeit wurde abgedampft. Der Rückstand mit Wasser ausgezogen, hinterlieſs Kieselerde, welche, gewaschen, geglüht und gewogen, 114,5 betrug, welches 36,841 Procent ausmacht.

C. Die erhaltene Auflösung wurde mit ätzendem Ammoniak versetzt, bis alles Kupferoxyd wieder aufgelöst worden. Es setzte sich ein Niederschlag ab, welcher, nachdem er ausgewaschen worden, mit ätzendem Kali behandelt wurde, das nur eine Spur Eisenoxyd unaufgelöst zurücklieſs. — Aus der Kalilauge wurde aber durch Salzsäure und dann durch Ammoniak Thonerde erhalten; ihr Gewicht betrug 7,34 oder 2,361 Procent.

D. Die ammoniakalische Auflösung *C.* wurde mit kleesaurem Kali versetzt, so lange noch ein Niederschlag entstand. Dieser wurde dann abgeschieden und durch Glühen in ein kohlensaures Salz verwandelt. Seine Menge betrug 19,34. Um mich zu überzeugen, ob das Salz nicht Talkerde enthielt so wurde es mit Schwefelsäure übergossen, eingetrocknet und geglüht, und dann mit einer Gypsauflösung ausgezogen. — Es fand sich wirklich schwefelsaure Talkerde in der Auflösung, aus der die Talkerde durch ätzendes Kali abgeschieden werden konnte. Ihre Menge entsprach 0,218 Procent. — Es bleiben also 18,66 kohlensauren Kalkes, welches 3,386 Proc. Kalkerde entspricht.

E. Aus der in *D.* rückständigen Auflösung, welche das Kupferoxyd enthielt, wurde dieses mit basisch

kohlensaurem Kali niedergeschlagen. Nachdem der Niederschlag sich abgesetzt hatte, wurde die Flüssigkeit abgegossen und der Niederschlag in der nöthigen Menge Salzsäure aufgelöst. Diese Auflösung wurde mit ätzendem Ammoniak versetzt, bis das niedergeschlagene Kupferoxyd sich wieder auflöste, und dieses durch ätzendes Kali abgeschieden. — Seine Menge betrug 45,1 Procent. Demnach besteht der Dioptas aus:

		Sauerstoff.		Multipla.
Kieselsäure	36,851	19,148	20,251	2
Thonerde	2,361	1,103		
Kalkerde	3,386	0,951		
Talkerde	0,218	0,084	10,130	1
Kupferoxyd	45,100	9,098		
Wasser	11,517	10,238	10,235	1
	99,433.			

Es ist aus der atomistischen Zusammensetzung dieser Stoffe klar, dafs die Multipla 2 und 1 hier nicht anders als für 6 und 3 Atomen genommen werden können, und so wären nur zwei Formeln für den Dioptas möglich. Die erste unter der Voraussetzung, dafs die ganze Quantität des Kupferoxydes mit Kieselerde verbunden sey, die andere aber unter der Voraussetzung, dafs die Kieselerde ein neutrales Salz mit dem Kupferoxyd bilde, wobei also das Kupferoxyd zwischen der Kieselerde und dem Wasser so vertheilt wäre, dafs der Sauerstoff desselben ein Drittel von dem Sauerstoff der Kieselerde sowohl, als von dem des Wassers ausmachen würde.

Erste Formel.	Zweite Formel.
$\dot{C}^3\dddot{S}^2+3\dot{\text{H}}(CS^{\frac{2}{3}}+3Aq)$	$2\dot{C}\dddot{S}+\dot{C}\dot{\text{H}}^3(2CS+CAq^3)$

Die zweite Formel scheint besonders in Beziehung auf das zweite Glied, nämlich $\dot{C}\dot{\text{H}}^3$, nicht zulässig zu seyn. — Zwar könnte sie noch dahin abgeändert wer-

den, dafs man das Fossil so zusammengesetzt betrachte: $2(\dot{C}\dddot{S}+Aq)+\dot{C}\dot{\bar{H}}$, so bleibt doch immer der Zweifel noch übrig, ob $\dot{C}\dot{\bar{H}}$ in der Verbindung vorhanden sey. — Ich glaubte, dafs wenn ich Dioptas in eine Glaskugel, welche an der Mitte einer Barometerröhre ausgeblasen war, erhitzte, und Schwefelwasserstoff durch die Kugel streichen liefse, sich vielleicht nach Verflüchtigung des Wassers nur der Theil des Kupferoxyds, welcher mit Wasser in Verbindung vermuthet war, sich in Schwefelkupfer verwandeln würde. Die Wägung der Probe nach dem Versuche konnte keinen Aufschlufs geben, weil nach Abzug des Wassergehaltes das Gewicht fast unverändert geblieben war. — Nachdem die Probe aber mit Salpetersäure oxydirt worden war, so wurde auf die gewöhnliche Weise eine Quantität Schwefelsäure erhalten, welche einem Gehalt an Schwefel entsprach, der zu grofs ausfiel, — aus dem also nichts geschlossen werden konnte. Daher glaube ich, dafs man den Dioptas als $\dot{C}^3\dddot{S}^2+3\bar{H}$ zu betrachten habe.

XVII. *Ueber die Zusammensetzung der Phosphorwasserstoffgase; von Hrn. Buff.*

(*Ann. de chim. et de phys. T. XLI. p.* 220.)

Da die von den HH. Dumas und Rose angestellten Analysen der beiden Verbindungen von Wasserstoff und Phosphor nicht übereinstimmen, so habe ich auf Einladung des Hrn. Gay-Lussac, in dessen Laboratorium die Versuche des Hrn. Dumas wiederholt.

1. Phosphorwasserstoff im Minimo von Phosphor.

Das zu den folgenden Versuchen angewandte Gas war aus phosphoriger Säure bereitet. Es entzündete sich

nicht an der Luft, und wurde von einer Lösung von schwefelsaurem Kupferoxyd ohne den geringsten Rückstand verschluckt.

In gekrümmten Glasglocken durch Antimon oder Zink zersetzt, gaben 100 Th. beständig 150 Wasserstoffgas. Kalium gab, wenn das Gas in Ueberschuſs angewandt ward, beinahe dasselbe Resultat. Auf gleiche Weise mit recht trocknem Quecksilberchlorür erhitzt, gaben 100 Theile Gas: 300 Th. eines vollständig in Wasser löslichen Chlorwasserstoffsäure-Gases.

Mit einem groſsen Ueberschuſs reinen Sauerstoffs erhitzt, entzündet sich dieses Phosphorwasserstoffgas leicht, und brennt mit einem ungemein lebhaften, fast blendendem Lichte, woraus zu schlieſsen ist, daſs sich aller Phosphor in Phosphorsäure umgewandelt habe; auch entfärbten die bei mehreren Versuchen erhaltenen Rückstände die Lösung des mangansauren Kali's nicht.

25,25 Maaſse Phosphorwasserstoffgas nach und nach mit 190 Maaſsen Sauerstoff verbrannt, gaben einen Gasrückstand von 139,5 Maaſs.

27 Maaſs Phosphorwasserstoff in einem andern Versuche durch 160,75 Maaſs Sauerstoff zersetzt, hinterlieſsen 107,75 Sauerstoff.

Diese Versuche zeigen offenbar, daſs 100 Vol. dieses Phosphorwasserstoffgases 200 Vol. Sauerstoff zur vollständigen Zersetzung erfordern.

Alles Obige beweist mithin, daſs der nicht selbstentzündliche Phosphorwasserstoff das Anderthalbfache seines Volumens an Wasserstoff, und die Hälfte seines Volumens an Phosphordampf enthält; ein Resultat, welches mit dem von Hrn. Dumas übereinstimmt.

2. Phosphorwasserstoff im Maximo von Phosphor.

Das untersuchte Gas rührte von der Zersetzung des Phosphorkalks durch Wasser her. Es löst sich sehr leicht in einer Lösung von schwefelsaurem Kupfer,

aber 100 Th. hinterliefsen dabei beständig 13,5 bis 14,5 eines unlöslichen Gases. In einer graduirten Glocke erhitzt, setzt es Phosphor ab, ohne indefs sein Volumen zu ändern; allein es entzündet sich dann nicht mehr an der Luft, obgleich es sich noch im schwefelsauren Kupferoxyd löst. Es zersetzt sich sehr leicht, selbst in gewöhnlicher Temperatur der Luft, und zuweilen selbst im Momente seiner Bildung, so dafs man niemals sicher ist, es rein zu haben.

In einer gebogenen Glocke mit metallischem Kupfer erhitzt, nimmt es, wie das vorhergehende Gas, um die Hälfte seines Volumens zu.

Dieses Gas, mit dem Dreifachen seines Volumens an Kohlensäure vermischt, verbrennt vollkommen gut in Sauerstoffgas und in der Luft, ohne die geringste Spur von Phosphor zurückzulassen.

In einem grofsen Ueberschufs von Sauerstoff brennt es mit einem lebhaften und glänzenden Lichte, fast so wie der Phosphor; in der Luft aber ist das Licht weit weniger glänzend, und es wird zuletzt blafs und bläulich. Im letztern Falle bildet sich wahrscheinlich ein Gemisch von Phosphorsäure und phosphatiger Säure; während man mit einem sehr grofsen Ueberschufs von Sauerstoff reine Phosphorsäure erhält.

Es wurden zu wiederholten Malen abgemessene Mengen dieses Phosphorwasserstoffgases auf die angezeigte Art mit Sauerstoff verbrennt; allein die Resultate dieser Versuche stimmten wenig mit einander überein.

100 Vol. reinen Phosphorwasserst. verbanden sich mit 204 Vol. Sauerst.
100 - - - - - - - 270 - -
100 - - - - - - - 226 - -
100 - - - - - - - 240 - -
100 - - - - - - - 230 - -
100 - - - - - - - 232 - -

Jedenfalls beweisen diese Versuche offenbar dafs dieses Phospharwasserstoffgas mehr Phosphor enthält als das vorhergehende. Nur der zweite dieser Versuche scheint zu

bestätigen, dafs 2 Proport. Wasserstoff mit einer Proport. Phosphor verbunden seyen

Es wurden verschiedene andere Methoden, die Zusammensetzung dieses Körpers genauer zu bestimmen, versucht, allein sie sämmtlich scheiterten an der ungemeinen Leichtigkeit, mit der sich derselbe zersetzt.

Die Phosphorwasserstoffgase lösen sich, wie es Hr. Dumas angegeben hat, in Schwefelsäure Die Lösung des aus Phosphorkalk bereiteten Gases ist anfangs klar, wird aber bald trübe und setzt Phosphor ab.

Leitet man kaustisches Ammoniak in die Lösung dieser Gase, so entwickelt sich ein eben so grofses Volumen, als vom Gase angewandt war. Läfst man aber diese Lösung stehen, so setzt sie immer mehr Phosphor ab; das Ammoniak entwickelt kein Gas mehr aus ihr, und man verspürt den Geruch von Schwefelwasserstoff.

Phosphorwasserstoffgas im Maximo von Phosphor, das sechs Wochen lang in einer Glocke über Quecksilber gestanden, entzündete sich nicht mehr an der Luft, obgleich es seinen eigenthümlichen Geruch noch besafs, und sich zu 47,2 Procent im schwefelsaüren Kupferoxyd löste. 13,125 Vol. dieses Gases mit 81,5 Vol. Sauerstoff verbrennt, hinterliefsen 66,7 Vol. Angenommen, dafs das im schwefelsauren Kupfer unlösliche Gas reines Wasserstoffgas sey, was wegen seines langen Aufenthaltes über Quecksilber sehr wahrscheinlich ist, so ergiebt sich aus diesem Versuche, dafs 100 Th. dieses Gases durch 200 Theile Sauerstoffgas verbrannt worden sind.

Läfst man einen Strom von Phosphorwasserstoffgas durch eine Lösung von schwefelsaurem Kupfer gehen, so bildet sich ein schwarzer Niederschlag, und die Lösung wird saurer, als sie war. Vom Kupfer durch Schwefelwasserstoff befreit, mit Chlorbarium im Ueberschufs vermischt, und darauf filtrirt, giebt Ammoniak keinen Niederschlag; was beweist, dafs sie keine Phosphorsäure enthält.

Der schwarze Niederschlag wurde in Königswasser

gelöst, und die Lösung, nachdem sie durch Chlorbarium gefällt worden, zur Trockne verdunstet. Der Rückstand, in Wasser gelöst, wurde mit Schwefelwasserstoff behandelt, um das Kupfer abzuscheiden. Ammoniak erzeugte in der Flüssigkeit einen reichlichen Niederschlag von phosphorsaurem Baryt. Da indeſs der schwarze Niederschlag sich leicht zu zersetzen schien, so glaubte man einer strengen Analyse desselben überhoben zu seyn *).

XVIII. *Verhalten der Cyanwasserstoffsäure zur Chlorwasserstoff- und Schwefelsäure;* *von Hrn.* Kuhlman.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XL. p.* 441.)

Die nach Hrn. Gay-Lussac's Verfahren bereitete Cyanwasserstoffsäure kann man, wie ich bemerkt habe, zuweilen ganze Jahre lang unverändert aufbewahren; zuweilen aber zersetzt sie sich schon in den ersten acht Tagen, wie es auch Hr. Gay-Lussac angegeben hat. Um zu erfahren, welche Ursachen etwa diese Zersetzung beschleunigen oder verzögern, habe ich das Verhalten der Chlorwasserstoffsäure zur Cyanwasserstoffsäure untersucht.

Ich vermischte demnach flüssige Salzsäure mit Blausäure. Nach zwölf Stunden sah ich zu meinem groſsen Erstaunen die Flasche, welche das Gemenge enthielt, mit schönen goldgelben kubischen und zum Theil wie das Kochsalz trichterartig gruppirten Krystallen ausgekleidet. Mehrere von ihnen waren weniger gefärbt, und diejenigen, welche sich nach längerer Berührung nieder-

*) Einer mehrmonatlichen Reise wegen wird Hr. Prof. Rose erst nach längerer Zeit im Stande seyn, auf seine Untersuchungen über die Phosphorwasserstoffgase zurückzukommen. P.

schlugen, waren ganz farblos. Die Flüssigkeit hatte ihre Klarheit behalten, und sich, durch die Bildung der Krystalle, fast auf die Hälfte vermindert. Zu diesem Versuch hatte ich Blausäure, die schon einige Zeit gestanden, angewandt; ich wiederholte ihn daher mit der Abänderung, dafs ich frisch und sehr sorgfältig bereitete Blausäure zu gleichen Theilen mit Salzsäure vermischte. Nun erhielt ich, vermuthlich wegen des Ueberschusses an Salzsäure, keine gelben Krystalle mehr, sondern eine grofse Menge weifser Krystalle, denen ähnlich, welche sich gegen das Ende des ersten Versuches abgesetzt hatten.

In einem Glasrohr erhitzt verwandelten sich diese weifsen Krystalle in einen weifsen Dampf, der sich in pulverförmiger Gestalt verdichtete. Mit Kalk oder kaustischem Kali behandelt, gaben sie Ammoniak. In Wasser waren sie sehr löslich, und die Lösung fällte das salpetersaure Silber reichlich. Die beim ersten Versuch erhaltenen Krystalle wurden bei Erhitzung sogleich weifs und verhielten sich dann wie die andern. Bis auf die Färbung, deren Ursache ich noch nicht kenne, die ich aber dem Ueberschufs der Cyanwasserstoffsäure zuschreibe, scheinen diese weifsen Krystalle nichts anders als Salmiak zu seyn. Ein Gas wird beim Contacte der beiden Säuren nicht entwickelt *).

Diese Versuche führten mich natürlich darauf, die Wirkung anderer Säuren auf die Cyanwasserstoffsäure zu untersuchen. Ich vermischte Schwefelsäure und Cyanwasserstoffsäure ungefähr zu gleichen Theilen mit einander; die Vermischung geschah schwierig und mit geringer Temperaturerhöhung. Nach zweitägiger Berührung hatte sich keine krystallinische Substanz erzeugt; die Flüssigkeit war farblos geblieben, und kein Gas entwichen **).

Ich

*) Wie ist aber das Ammoniak aus der Blausäure entstanden? *P.*

**) Trautwein beobachtete beim Vermischen von Blausäure mit concentrirter Schwefelsäure anfänglich eine unbedeutende Erwär-

Ich erhitzte nun das Gemisch beider Säuren. Es verflüchtigte sich anfangs Cyanwasserstoffsäure, aber bald verschwand der Geruch derselben, und es erzeugte sich viel brennbares Gas, wahrscheinlich Kohlenwasserstoffgas; die noch farblose Flüssigkeit gestand beim Erkalten zu einer aus durchsichtigen Krystallnadeln bestehenden Masse, welche sich deutlich als schwefelsaures Ammoniak ergab.

XIX. *Ueber das Guajakharz; von* Otto Unverdorben.

Nach meinen Untersuchungen enthält dieses Harz:

a) Eine geringe Menge eines, in jeder Menge wäſsrigen Ammoniak löslichen, Harzes, das auch das essigsaure Kupferoxyd in der Siedhitze fällt, aber nur unvollständig auf diesem Wege von dem andern Harze des Guajaks getrennt werden kann, da es sich im Uebrigen dem andern Harze gleich verhält. Dieses gehört zur Gattung β.

b) Die bei weitem überwiegende Menge ist ein Harz, das sich mit dem wäſsrigen Ammoniak zu einer theerigen, wohl erst in 6000 Theilen Wasser löslichen Verbindung vereinigt, die durch Aufsieden leicht ihr Ammoniak verliert.

mung, auf welche aber bald ein rasches Aufblähen und Zischen folgte, unter Erzeugung von schwefliger Säure und einer kohligen Flüssigkeit. Die angewandte Blausäure war durch Destillation eines Gemisches von 15 Kaliumeisencyanür, 9 Vitriolöl und 9 Wasser, Austrocknung über Chlorcalcium und Rectification des Destillats bereitet; sie hatte ein specifisches Gewicht von 0,705 bis 0,710 bei 5° R., siedete bei +22° R. und *erlitt keine freiwillige Zersetzung*. Concentrirte Salpetersäure und Salzsäure übten selbst beim Kochen keine Wirkung auf sie aus (Buchner's Repert. 1821, XI. p. 14.)

Alkoholisches essigsaures Kupfer wird durch die alkoholische Lösung dieses Harzes nicht getrübt, doch bildet sich etwas Harzkupferoxyd, wenn man Wasser zu der gemischten Lösung giefst.

Es ist dieses Harz also zwischen β und γ aufzustellen, da es sich wohl mit Ammoniak verbindet, nicht aber das alkoholische essigsaure Kupferoxyd zersetzt, und sich nicht in kohlensaurem Natron löst.

Für sich gelinde geschmolzen zersetzt es leicht das kohlensaure Kali, Guajakharzkali bildend. Essigsaures Kupferoxyd wird durch schmelzendes Guajakharz zersetzt, es entweicht Essigsäure, und es reducirt sich Kupferoxydul. Salzsaurer Kalk wird durch schmelzendes Guajakharz äufserst wenig zersetzt, nur eine Spur Salzsäure entwickelt sich. Das im Aether gelöste pininsaure Kupferoxyd wird durch ätherische Lösung des Guajakharzes nicht zersetzt.

Man siehet hier, dafs die Stärke der Verwandtschaft der Säuren zu den Basen nicht sich wie die Sättigungscapacität verhält, da dieses Guajakharz ein fast dreimal gröfseres Sättigungsvermögen besitzt als die Pininsäure, und doch die letztere bei weitem in der Verwandtschaft zu den Basen vor jener stehet.

Die Verbindungen der Metalloxyde und Erden mit diesem Harze sind im Wasser, Alkohol und Aether unlöslich.

Die weingeistige Lösung des Guajakharzes wird durch mehrere Substanzen sehr stark und schön gebläut, so durch salpetrige Säure, durch salzsaures Eisen und andere; die Farbe verschwindet aber immer schnell. Das salzsaure Eisen färbt die alkoholische Guajaklösung äufserst stark; man kann das geringste Minimum von salzsaurem Eisenoxyd durch erstere leicht finden. Wenn hingegen wäfsriges Guajakharzkali durch salzsaures Quecksilberoxyd im Ueberschufs gefällt wird, und man nachher gelinde bis nahe an den Siedepunkt erhitzt, so bildet sich ein blauer

Niederschlag, der ein Gemenge von einem blauen Harze und einem Harzquecksilberoxyde ist. Anstatt des salzsauren Quecksilberoxyds kann man auch neutrales salzsaures Eisenoxyd nehmen. Das blaue Harz wird durch Alkohol ausgezogen und durch gelindes Abdampfen für sich dargestellt. Es ist tief dunkelblau, wird aber durch Kali unter Zersetzung gelöset und verliert dabei augenblicklich seine Farbe; durch Schwefel- und Salzsäure wird das blaue Harz entfärbt, und nicht weiter angegriffen.

Ueberhaupt entfärben desoxydirende Substanzen, wie salzsaures Eisenoxydul, Zinnoxydul u. a., dieses Harz augenblicklich; so auch viel andere Stoffe, wie salzsaures Goldoxyd, Eisenoxyd, nachdem sie zuerst die Farbe erhöht haben.

Durch Schmelzen des blauen Harzes wird die Farbe sogleich zerstört und braun, bleibt durchsichtig, und verhält sich nun dem Guajakharz gleich, giebt dieselben Producte bei der Destillation, wird von denselben Körpern gebläut, wie das Guajakharz u. s. w.

So werden auch die Harze, die man erhält, wenn man Guajaktinktur mit überschüssiger salpetriger Säure oder salzsaurem Eisenoxyd digerirt, und die braun sind, durch gelindes Schmelzen wieder zu einem Harze, das sich durch dieselben Substanzen bläut wie das Guajakharz. Es ist also wahrscheinlich, dafs hier durch Schmelzen eine Desoxydation eintritt, die das veränderte Harz wieder zu Guajakharz umbildet. Ueberhaupt geschiehet die Oxydation zu blauem Harze sehr leicht, aber auch eben so leicht eine noch höhere Oxydation oder die Desoxydation. Dieses blaue Harz wird überall gebildet, wo Guajakharz sich bläuet, aber dann leicht entweder zu Guajakharz reducirt, oder noch weiter oxydirt zu einem braunen Harze. Es ist sonderbar, dafs das Guajakharz, so wie die Producte desselben, bei der trocknen Destillation geneigt sind schöne Farben durch chemische Actio-

nen hervorzubringen, wie Guajakbrandsäure, ätherisches Guajakbrandöl.

Durch Alkohol ausgezogenes Guajakharz wurde gelinde geschmolzen, um allen Weingeist und alle Spur von ätherischem Oel fortzuschaffen, hierauf in einer eben hinreichenden Menge kaustischen Kali's gelöset, und mit sehr verdünntem salzsauren Goldoxyd vermischt, bis ein geringer Ueberschufs von letzterem in der Flüssigkeit vorhanden war. Der reichliche Niederschlag war bläulich und wurde durch Sieden feinpulvrig; hierauf auf ein Filtrum gebracht und mit schwacher Salzsäure ausgewaschen, erschien er violett. Höchst wahrscheinlich ist er eine Verbindung von rothem Goldsuboxyd mit verändertem Harze, und zwar in einem solchen Verhältnifs, dafs es eine saure Verbindung darstellt, die mit Kali und Metalloxyden dann neutrale Doppelsalze liefert. Kali löst dieses Harzgoldsuboxyd leicht und zwar purpurroth auf, und bildet eine unkrystallisirbare, wie eine Gummi eintrocknende, und dann violett erscheinende Verbindung, die wahrscheinlich ein Doppelsalz von Harzkali und Harzgoldsuboxyd ist. Es löst sich nicht in Aether und Alkohol; letzterer schlägt es aus der wäfsrigen concentrirten Lösung pulvrig roth nieder, und zersetzt es durch Sieden vollkommen in sich auflösendes Harz und Harzkali, wobei sich metallisches Gold niederschlägt, das ganz schwarz wie Moder aussieht, aber durch Reiben sogleich goldglänzend wird. Wenn noch nicht alles zersetzt seyn sollte, so löst man, was bei zu starker Concentration der angewandten rothen Lösung leicht geschieht, den Rest in Kalilauge, und kocht es von Neuem mit Alkohol. Es kann also nicht gut Goldoxyd enthalten, da es durch Alkohol zersetzt wird. Der wäfsrige Alkohol enthält jetzt das Harz und das Harzkali; dampft man ihn ab und zieht den Rückstand mit kalihaltigem Alkohol aus, so löst dieser ein Harzkali, und läfst ein anderes öliges am Boden

ungelöst zurück. Das im Alkohol lösliche Harzkali ent hält wieder zwei Harze.

a) Ein schwer in Ammoniak lösliches Harz, das sogleich durch Aufsieden der Lösung abgeschieden wird, sich leicht in Kali und in Alkohol löst, aber nicht in Aether.

b) Ein Harz, das leicht von Ammoniak gelöst und durch Sieden der Lösung nicht gefällt wird, sich auch leicht in Kali und Alkohol löst, und in der Kalilösung das salzsaure Goldoxyd beim Sieden metallisch niederschlägt.

c) Das im Alkohol unlösliche Harzkali enthält ein im Ammoniak sehr leicht löslichen harzartigen Körper, der braun und beim Sieden noch pulvrig ist. Die Ammoniaklösung wird beim Einsieden nur wenig zersetzt. Der Alkohol löst den braunen Körper leicht auf, und zersetzt das essigsaure Kupfer ziemlich vollständig, doch wird es durch viel überschüssige Essigsäure wiederum zum gröfsten Theil zersetzt. Das niedergefallene Harzkupferoxyd ist braun, im Alkohol und Aether unlöslich, nicht harzig beim Sieden. Kali löst den braunen Körper leicht auf, wird nur durch überschüssiges, concentrirtes, wäfsriges Kali als Harzkali ausgefällt. Die wäfsrige Lösung dieses Harzkali's schlägt die Erd- und Metallsalze meist braun und pulvrig nieder; salzsaures Gold giebt aber mit ihr ein blaues Pulver, das sich leicht in Kali mit blauer Farbe löst, und wiederum durch Säuren blau niedergeschlagen wird, und wahrscheinlich auch ein Goldsuboxyd mit einem Harze verbunden darstellt.

Die Körper *a*, *b*, *c* riechen geschmolzen nach anhalend für sich gekochtem und schmelzendem Guajakharz; färben, in Alkohol gelöst, das salzsaure Eisenoxyd nicht blau, sind also auch hierin vom Guajakharz ganz verschieden.

Das Harz von *a* gehört zur Gattung *β*, die Körper von *b* und *c* zur Gattung *α*.

Man sieht also, dafs das Goldoxyd mehrere Harze bei seiner Reduction zu Goldsuboxyd aus dem Guajacharze gebildet hat, und sich mit diesem vereinigt, und so ein Gemenge von mehreren Harzgoldsuboxyden bildet. Diese letzteren nehmen durch starken Druck einen starken Glasglanz an, schmelzen ohne Zersetzung weit über dem Siedepunkt zu einem schwarzen Harze, das nur durch stärkeres Erhitzen, bis es Blasen wirft und siedet, metallisches Gold absetzt. Es löst sich nicht in Aether und Alkohol, wird auch nicht von denselben zersetzt; Salpetersäure zersetzt es, nicht so die Salzsäure. Kalilauge löst die Harzgoldsuboxyde zu der erwähnten Doppelverbindung auf; Säuren fällen es daraus unverändert, Metall- und Erdsalze schlagen die kalische Goldsuboxyd-Lösung schön purpurfarben nieder, als Verbindungen von Harz-Metalloxyden und Harzgoldoxydul. Das salzsaure Eisenoxyd zersetzt die rothe Kalilösung des Harzgoldsuboxydes, und bildet in der Siedhitze einen braunen Niederschlag, der Gold, Eisenoxydul und Harze enthält.

Salpetersaures Silber schlägt das wäfsrige Harz-Kaligoldsuboxyd roth nieder; durch Sieden wird der rothe Niederschlag zersetzt und das Goldsuboxyd gröfstentheils zerstört. Es bildet sich das Harzsilberoxydul (s. unten), etwas Harzgoldsuboxyd bleibt unzersetzt, ungelöst bleibt metallisches Gold, welches durch einen Theil Harz wahrscheinlich aus dem vom Silberoxyde gebildeten Goldoxyde reducirt worden war. Salzsaurer Baryt und Magnesia schlagen die kalische Lösung des Harzgoldsuboxydes schön purpurfarben nieder, und bilden eine Harz-Magnesia mit Harzgoldsuboxyd chemisch verbunden. Dieser Körper ist trocken, violett, unlöslich in Wasser und Alkohol, und wird durch kaustisches Kali nicht zersetzt. Salzsäure löst die Magnesia auf und läfst ein rothes Pulver zurück, das Harzgoldsuboxyd ist, dem angewendeten völlig gleich.

gelöst, und die Lösung, nachdem sie durch Chlorbarium gefällt worden, zur Trockne verdunstet. Der Rückstand, in Wasser gelöst, wurde mit Schwefelwasserstoff behandelt, um das Kupfer abzuscheiden. Ammoniak erzeugte in der Flüssigkeit einen reichlichen Niederschlag von phosphorsaurem Baryt. Da indeſs der schwarze Niederschlag sich leicht zu zersetzen schien, so glaubte man einer strengen Analyse desselben überhoben zu seyn *).

XVIII. *Verhalten der Cyanwasserstoffsäure zur Chlorwasserstoff- und Schwefelsäure;* *von Hrn.* Kuhlman.

(*Ann. de chim. et de phys. T. XL. p.* 441.)

Die nach Hrn. Gay-Lussac's Verfahren bereitete Cyanwasserstoffsäure kann man, wie ich bemerkt habe, zuweilen ganze Jahre lang unverändert aufbewahren; zuweilen aber zersetzt sie sich schon in den ersten acht Tagen, wie es auch Hr. Gay-Lussac angegeben hat. Um zu erfahren, welche Ursachen etwa diese Zersetzung beschleunigen oder verzögern, habe ich das Verhalten der Chlorwasserstoffsäure zur Cyanwasserstoffsäure untersucht.

Ich vermischte demnach flüssige Salzsäure mit Blausäure. Nach zwölf Stunden sah ich zu meinem groſsen Erstaunen die Flasche, welche das Gemenge enthielt, mit schönen goldgelben kubischen und zum Theil wie das Kochsalz trichterartig gruppirten Krystallen ausgekleidet. Mehrere von ihnen waren weniger gefärbt, und diejenigen, welche sich nach längerer Berührung nieder-

*) Einer mehrmonatlichen Reise wegen wird Hr. Prof. Rose erst nach längerer Zeit im Stande seyn, auf seine Untersuchungen über die Phosphorwasserstoffgase zurückzukommen. *P.*

das Harzgoldsuboxyd über die Hälfte durch Silberoxyd, und wiederum das Harzsilberoxydul durch das Goldoxyd zersetzt wird, so sieht man leicht, dafs hier die Massen-Verwandtschaften eintreten. Mit Quecksilbersalzen und Platinsalzen konnte ich keine ähnliche Verbindungen auffinden.

XX. *Ueber Bromhydrat und festen Bromkohlenstoff; von C. Löwig.*

(Entnommen aus der empfehlenswerthen Schrift: *Das Brom und seine chemischen Verhältnisse*, von Carl Löwig; Heidelberg 1829, welche aufser einer lehrreichen Zusammenstellung aller bisherigen Erfahrungen über das Brom, auch einige neuere vom Verfasser angestellte Untersuchungen enthält.)

Bromhydrat. Es bildet sich, wie schon in dies. Ann, Bd. 90. S. 114. und 487. erwähnt, wenn man entweder das Brom, mit wenig Wasser gemischt, der Temperatur 0° C. aussetzt, oder Bromdämpfe bei +4 bis 5° C. durch ein mit Wasser befeuchtetes Glasrohr leitet. Im ersten Falle erscheint es als octaëdrische, dem Kaliumeisencyanür ähnliche, Krystalle, im letzteren als eine krystallinischblättrige Masse. Bis +15° C. bleibt die Verbindung unverändert, darüber hinaus zerfällt sie aber in Brom und Bromwasser. 20 Gr. bei —5° durch Pressen zwischen Druckpapier und Aussetzen an die Luft getrockneter Krystalle, wurden mit chlorfreiem Natron gesättigt und dann mit salpetersaurem Silber gefällt. Der Niederschlag mit Salpetersäure behandelt, ausgelaugt, und in einem tarirten Gläschen bis zum Schmelzen erhitzt, gab 13,4 Gramm. Bromsilber. Hienach betrachtet der Verfasser die 20 Gr. Hydrat als bestehend aus 9,1 Gr.

Brom *) und 10,9 Gr. Wasser, was der Formel: $\text{Br} + 10\dot{\text{H}}$ entsprechen würde **).

Fester Bromkohlenstoff. Zur Darstellung desselben giebt der Verfasser zwei Vorschriften. Nach der ersten bringt man Brom in 36° B. haltenden Weingeist. Die Flüssigkeit erhitzt sich bedeutend, und fährt man mit dem Hinzugießen des Broms fort, welcher sich in bedeutender Menge löst, so erfolgt plötzlich ein heftiges Aufbrausen, und es entwickeln sich Dämpfe von Bromwasserstoffsäure, gemischt mit Brom. Zu der so erhaltenen Flüssigkeit fügt man, nach dem Erkalten, eine weingeistige Lösung von kaustischem Kali, bis Entfärbung eingetreten ist, setzt dann etwas Wasser hinzu und verdunstet den Alkohol gelinde. Beim Erkalten scheidet sich anfangs eine sehr kleine Menge eines citrongelben Oeles ab, welches schwerer als Wasser ist, und gleich darauf eine feste krystallinische, campherartige Materie. Man kann auch die alkoholische Lösung mit vielem Wasser verdünnen, wo sich dann die eigenthümliche Substanz, gleichfalls mit dem gelben Oele vermischt, abscheidet.

Am reichlichsten erhält man indeß, nach dem Verfasser, diese Verbindung, wenn man Brom und Aether längere Zeit auf einander einwirken läßt, und alsdann die Flüssigkeit destillirt. Anfangs geht Bromwasserstoffsäure über, und dann folgt ein wasserklares Oel, welches in der schon übergegangenen Flüssigkeit zu Boden sinkt. Wenn man eine Zeit lang mit der Destillation fortgefahren hat, unterbricht man dieselbe, fügt zu dem Rückstande, der nun ein bräunliches Ansehen besitzt, reines Kali, und verdünnt mit Wasser. Es scheidet sich

*) Der Verfasser nimmt 9,1 Gr. Brom in 13,4 Gr. Bromsilber an, während in der That nur 5,6 Gr. darin enthalten sind. Die Zahl 13,4 ist daher wohl nicht richtig. *P.*

**) Aehnlich sind, wie bekannt, die Hydrate des Chlors und der schwefligen Säure zusammengesetzt (dies. Ann. Bd. 91. S. 524.). *P.*

sogleich eine weiſse voluminöse Masse ab, die man auf ein Filtrum bringt und mit Wasser auswäscht. Dann nimmt man die Masse vom Filtrum, schmilzt sie bei ganz gelinder Wärme, und läſst sie durch Abkühlen erhärten.

Dieselbe Verbindung erhielt der Verfasser auch, als er bei der Darstellung des Broms aus der Kreuznacher Soole, Kalilauge zu demselben schüttete. Als die Kalilauge vollständig mit diesem (vermuthlich mit demselben Bromkohlenwasserstoff, den Hermann aus der Schönebecker Soole schied, verunreinigten) Brom gesättigt war, schied sich diese Materie beim Abdampfen am Boden der Schaale in Gestalt gelblicher Oeltropfen ab, die beim Erkalten der Flüssigkeit zu einer campherärtigen Masse erhärteten.

Dieser Bromkohlenstoff bildet weiſse, undurchsichtige, campherartige, fettig anzufühlende und leicht zerreibliche Schuppen. Er riecht äuſserst gewürzhaft, dem Salpeteräther ähnlich, schmeckt scharf brennend, erwärmend, hintennach kühlend, der Pfeffermünz ähnlich, und anhaltend süſs. Im flüchtigen Zustand ist er durchsichtig und farblos. In die Flamme einer Weingeistlampe gebracht, brennt er unter Entwicklung von Bromwasserstoffsäure-Dämpfe, verlöscht aber sogleich wie er aus der Flamme genommen wird. Er ist schwerer als Wasser, schmilzt bei gelinder Wärme, verdampft bei 100° C. und sublimirt sich an kalte Körper als perlmutterartig glänzende Nadeln. In Wasser ist er etwas löslich und theilt diesem seinen Geruch und Geschmack im hohen Grade mit; in Wasser von 50° C. schmilzt er, und bei höherer Temperatur destillirt er zum Theil mit über. In Aether und Alkohol ist er leicht löslich. Die Auflösungen werden nicht durch salpetersaures Silber getrübt. Alkalien zersetzen ihn nicht, selbst nicht beim Kochen. Schwefelsäure, Salzsäure und Salpetersäure wirken nicht auf ihn. Chlorgas über ihn, in geschmolzenem Zustande, geleitet, bildet sogleich Chlorbrom; auch scheint sich etwas

Bromwasserstoffsäure zu bilden, wahrscheinlich, wenn nicht alle Feuchtigkeit vermieden ward. Mit den Oxyden von Eisen, Kupfer, Zink u. s. w. geglüht, erhält man Brommetalle und kohlensaures Gas. In Dampfgestalt über diese Metalle geleitet, erhält man Brommetalle und Kohle.

Die letzte Eigenschaft hat der Verfasser zur Analyse dieses Körpers benutzt. 10 Gran desselben in einer Glaskugel mit gepülvertem Kupfermetall geglüht, hinterliefsen, aufser der Kohle, eine Menge Bromkupfer, welche, in Salpetersäure gelöst und mit salpetersaurem Silberoxyd gefällt, 22,07 Gr. Bromsilber gaben.

Das ältere Atomengewicht des Broms (Br=941,1) zum Grunde legend, findet hienach der Verfasser diesen Bromkohlenstoff bestehend aus: 9,01 Kohlenstoff und 91,99 Brom *).

XXI. *Methode, die Hitze einer Gasflamme zu verstärken, und eine neue monochromatische Lampe; vom Dr. David Brewster.*

(Auszug aus dem *Edinb. Journ. of Science, New Series. Vol. I. p.* 104. *et* 108.)

Als ich, sagt der Verfasser, zu Anfange dieses Winters mein Haus durch Oelgas hatte beleuchten lassen, wurde ich begierig zu untersuchen, welche Abänderungen

*) Mit Anwendung des neuerlich von Berzelius bestimmten Atomengewichts (Br=978,3), das dem Verfasser bei Ausarbeitung seiner Schrift noch nicht bekannt war, würde man ein etwas anderes, aber dennoch mit der vom Verfasser aufgestellten Formel: BrC nicht recht übereinstimmendes Resultat bekommen. Es wäre daher zu wünschen, dafs die Analyse wiederholt, auch zugleich der von Serullas dargestellte flüssige Bromkohlenstoff (dies. Ann. Bd. 91. S. 70.) zerlegt würde. *P.*

tere gab ein schönes homogenes Gelb, wenn
hinlänglich erhitzten Körper in dieselbe bracht
tersuchung dieser Flamme fand ich, dafs sie we
allen andern Flammen unterschieden war. I
eines Lichtes, des Gases oder des Weingeist
nur aus einer konischen Lichthülle, die im In
die Verbrennung fördernden Sauerstoff enthäl
daher verhältnifsmäfsig wenig Hitze. Die durc
netz erzeugte Flamme dagegen ist, wie die I
Knallgasgebläses, eine solide Feuermasse, und
her eine sehr starke Hitze. Diese Flamme ist
Hervorbringung einer grofsen örtlichen Hitze
geeignet, weil sie, aus einer Folge von V
des entstandenen Gemisches von Gas und
scher Luft bestehend, sehr unruhig ist; auch
blofs durch das Drahtnetz ein grofser Theil
fortgeführt, sondern auch Rufs abgeschieden,
fangs an dessen unterer Seite sammelt, und s
die Maschen in die Flamme fährt, und der
trübt. Der Verfasser versuchte daher, ob es
lich sey, eine explosive Mischung von Oelgas

durch einige kleinere Hülfsflammen in Brand setzte. Den Apparat dazu zeigt Fig. 10. Taf. V. Aus dem Hauptrohr *MN* der Gaslampe steigt seitwärts ein Glasrohr *abc* in die Höhe, in welches ein anderes kürzeres Rohr *de* eingesteckt ist. Diefs Rohr ist auf und abzuschieben, bei *e* verschlossen, und steht in Verbindung mit dem hohlen Ring *fg*, an dessen Innenseite sich vier kleine Oeffnungen befinden. Wenn der Hahn *A* geöffnet wird, so dringt das Gas aus dem Brenner *M*, zugleich aber auch, durch die Röhre *abc*, aus den vier Oeffnungen des Ringes *fg*, und entzündet man es hier, so setzen diese kleine Flammen, die übrigens durch den Hahn *b* zu reguliren sind, den gröfseren, mit Luft gemengten, Gasstrom in Brand und werden zur Basis einer gröfseren Flamme, die aller Bewegung der Luft widersteht. Wenn in Folge einer starken Compression, das Gas mit grofser Schnelligkeit aus dem Gefäfse hervorströmt, so bläst es die Flamme aus; indefs kann man es, nach des Verfassers Erfahrung, immer so einrichten, das die Hülfsflammen den Strom in Verbrennung unterhalten. Eine tragbare Gaslampe wird durch diese Vorrichtung, wie der Verfasser sagt, zu einem der schätzbarsten Instrumente, das je den Künsten dargeboten worden ist; es liefert innerhalb einer Secunde die Hitze eines Windofens, und kann daher als solcher mit grofsen Nutzen von Physikern und Künstlern angewandt werden *).

Um diese Lampe in eine monochromatische umzuwandeln, legt der Verfasser entweder auf den Ring *fg* oder über ihm auf einen andern Ring einen breiten Kragen von grobem Baumwollendocht, der mit einer gesättigten Kochsalzlösung getränkt ist. Wenn man nun das

*) Eisendraht schmolz leicht vor dieser Lampe. — Es ist zu bedauern, dafs Hr. B. keine anderen Belege der Wirksamkeit dieser Lampe beigebracht hat, weil man durch diesen einen noch nicht zu beurtheilen vermag, in wie weit sie dem Marcet'schen Gebläse gleich komme. *P.*

Gas mit solcher Kraft aus *M* entweichen läfst, dafs es eine lange und breite Säule des explosiven Gemisches von Oelgas und atmosphärischer Luft bildet und sie entzündet, so wird die blaue Flamme des Gemisches, beim Durchgange durch den ringförmigen Docht, augenblicklich ein homogenes gelbes Licht annehmen. Der Docht hält lange Zeit ohne Erneuerung des Salzes vor, so dafs die Lampe bei der anhaltendsten Reihe von optichen Untersuchungen fortdauernd eine monochromatische Flamme liefert. Die Wirkung dieses Instruments ist erstaunlich. Die Intensität des gelben Lichts ist sehr grofs, und kann, zu mikroskopischen Zwecken, noch leicht durch Spiegel oder Linsen concentrirt werden. Statt des ringförmigen Baumwollendochts kann man auch einen hohlen Cylinder von Schwamm, der viele hervorragende Spitzen hat, gebrauchen, auch kann man einen ähnlich geformten Docht von Asbest anwenden, oder auch, wenn man es für nöthig hält, die Salzlösung durch capillare Oeffnungen in die Flamme spritzen lassen *).

*) Die den Chemikern längst bekannte Eigenschaft der Natronsalze, die Flamme gelb zu färben, ist, wie es scheint, zuerst von Hrn. Talbot zu einer monochromatischen Lampe benutzt worden. In einem Aufsätze im *Edinb. Journ. of Science*, *Vol. V. p.* 77., wo er mehrere Versuche über gefärbte Flammen beschreibt, sagt derselbe, dafs eine gewöhnliche Weingeistlampe, deren Docht zuvor mit einer Kochsalzlösung getränkt und darauf wieder getrocknet worden, als monochromatische Lampe bei weitem der ältern von Brewster vorzuziehen sey, da diese verhältnifsmäfsig nur wenig Licht liefere. Zehn solcher Dochte lieferten so viel Licht als eine Wachskerze. Ihre Wirkung auf die von ihnen beleuchteten Gegenstände, besonders auf die rothen, war sehr auffallend; sie alle bekamen verschiedene Schattirungen von Braun und Dunkelgelb. Die Scharlachfarbe einer Mohnblume wurde gelb, und die schön rothe Blume von Lobelia fulgens erschien ganz schwarz. Ein gewöhnliches blaues Glas hatte die Eigenschaft, das gelbe Licht dieser Flamme, wie stark es auch war, zu absorbiren; es gingen nur schwache violette Strahlen durch, und wenn man auch diese durch ein gelbes Glas auffing, war die Lampe vollkommen unsichtbar, obgleich man ein gewöhnliches

XXII. *Ungewöhnlicher Hagelfall zu Mastricht.*

Die *Correspondence mathématique et physique*, giebt im *T. III. p.* 95. Nachricht von einem zu Mastricht gefallenen Hagel, der, wegen seiner Gröfse und ungewöhnlichen Form, durch die er sich dem, im Bd. 68. S. 323. dies. Ann., von Delcros beschriebenen nähert, wohl eine kurze Erwähnung verdient.

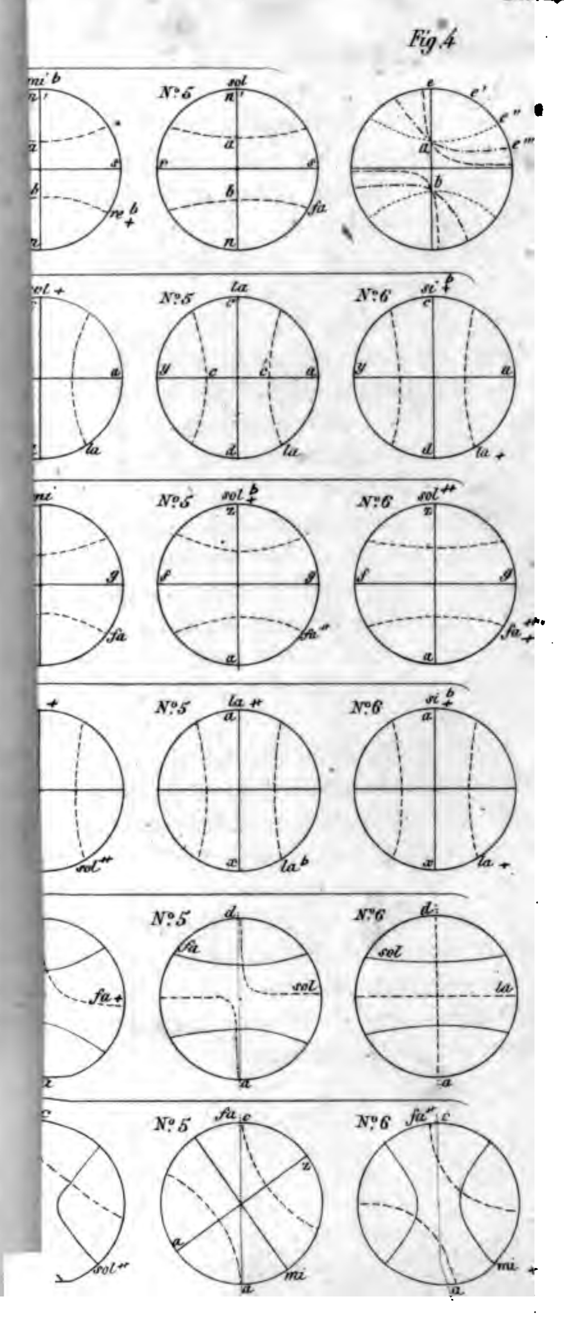
Am 3. August 1827, um 7 Uhr Abends, stieg in Folge einer mehrtägigen drückenden Hitze zu Mastricht ein Gewitter auf. Man hörte keinen starken Donner, dagegen ein fortwährendes Rollen; die Blitze folgten einander fast ununterbrochen. Personen, welche den Himmel zu Anfange des Gewitters beobachteten, bemerkten in den sehr dunklen Wolken eine eigenthümliche Bewegung, vermöge welcher sie sich rasch und zu wiederholten Malen zu krümmen und mit einander zu vermischen schienen. Bald darauf fielen Eismassen auf die Erde, von denen einige bis 6 Zoll (Centimeter) im Durchmesser hielten; wie man uns versicherte, sollen noch gröfsere gefallen seyn. Wir haben einige dieser Schlofsen näher betrachtet; sie waren durch ihre Gestalt eben so merkwürdig, wie durch ihre Form. Die meisten waren beinahe kugelförmig, andere dagegen mehr oder weniger abgeplattet, und zuweilen zweimal so lang als breit. Die Oberflächen der gröfseren Schlofsen waren mit starken Auswüchsen besetzt, von denen einige einen Zoll (Centimeter) und mehr hervorragten; die kleineren hatten eine

Kerzenlicht sehr gut durch diese Gläser sehen konnte. Das Licht dieser monochromatischen Lampe war fast homogen. Wie das Kochsalz verhielten sich schwefelsaures und kohlensaures Natron. Kalisalze dagegen, wie z. B. salpetersaures, chlorsaures, schwefelsaures und kohlensaures Kali, ertheilten der Flamme eine bläulichweifse Farbe (bekanntlich zuerst von Fuchs beobachtet).

glatte Oberfläche. Inwendig zeigten die Körner ein se
wunderbares Gefüge. Eine Reihe von abwechselnd dur
sichtigen und trüben Eisschichten bildete eben so vi
concentrische Kugelschalen von vollkommner Regel
ſsigkeit. Diese Schichten hatten in verschiedenen K
nern eine ungleiche Dicke. In einigen folgten sie
gleichen Zwischenräumen von 1 bis 2 Linien (Milli
ter) auf einander und füllten die Körner ganz. In a
dern war die Vertheilung ungleich, die durchsichtige Ei
schicht hatte oft mehr als einen Zoll (Centimeter) i
Dicke, und man bemerkte Strahlen von trübem Eis, di
vom gemeinschaftlichen Mittelpunkt der Kugelschalen aus
liefen. Kurz der Durchschnitt dieser Schloſsen hatte ge
nau das Ansehen gewisser Bandagate.

Dreimal warf das Gewitter hinter einander Hagel aus
ehe Regen fiel. Bei jedem Fall waren die Schloſsen von
geringerer, aber doch noch ungewöhnlicher Gröſse; sie
fielen aber in gröſserer Menge, besonders beim zweiten
Male. Bei jedem Fall waren auch die ersten Schlo
ſsen die gröſseren; die ihnen folgenden wurden imme
kleiner und kleiner.

Fig. 12. Taf. V. zeigt die Körner in der Gestalt
welche sie gewöhnlich besaſsen, nämlich die eines Kugel
sectors, der auf seiner äuſsern Fläche mit Warzen be
setzt, inwendig aber vom Mittelpunkt zur Kugelfläch
strahlig war. Vergleicht man die Fig. 12. mit Fig. 11
Taf. V., so scheint man zu dem Schlusse berechtigt, daſ
die Schloſsen, welche gewöhnlich fallen, nur Bruchstück
gröſserer Massen sind; denn man kann nicht annehmen
daſs die Sectoren sich durch neue Ansätze zu vollstän
digen Kugeln ausgebildet haben.


Fig. 4
N° 5
N° 6
sol
fa
la
la +
sol ++
la b
si b
mi
a
b
c
d
e
e'
e''
e'''
n
n'
s
f
g
x
y
z



Taf. IV

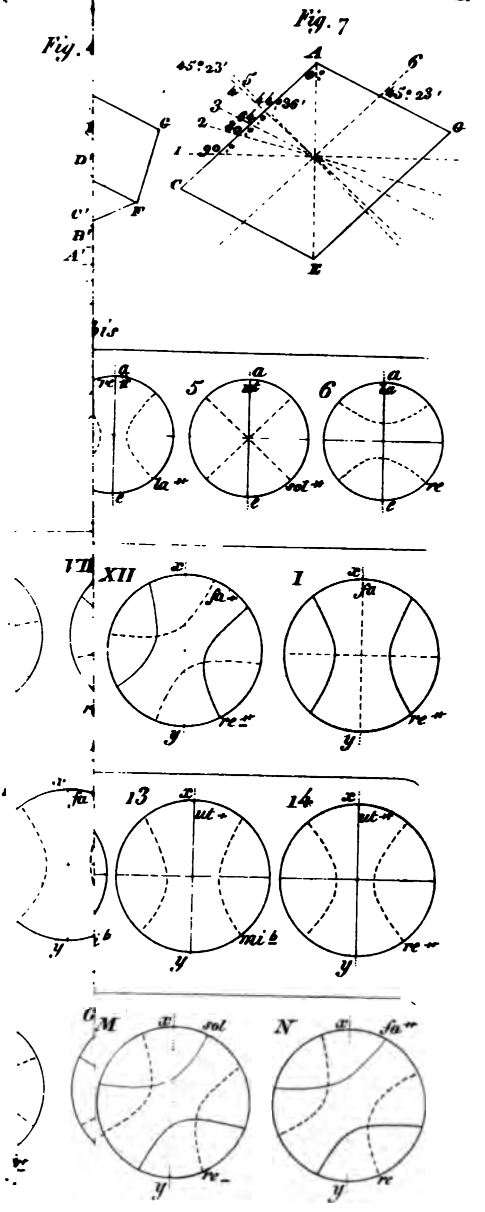
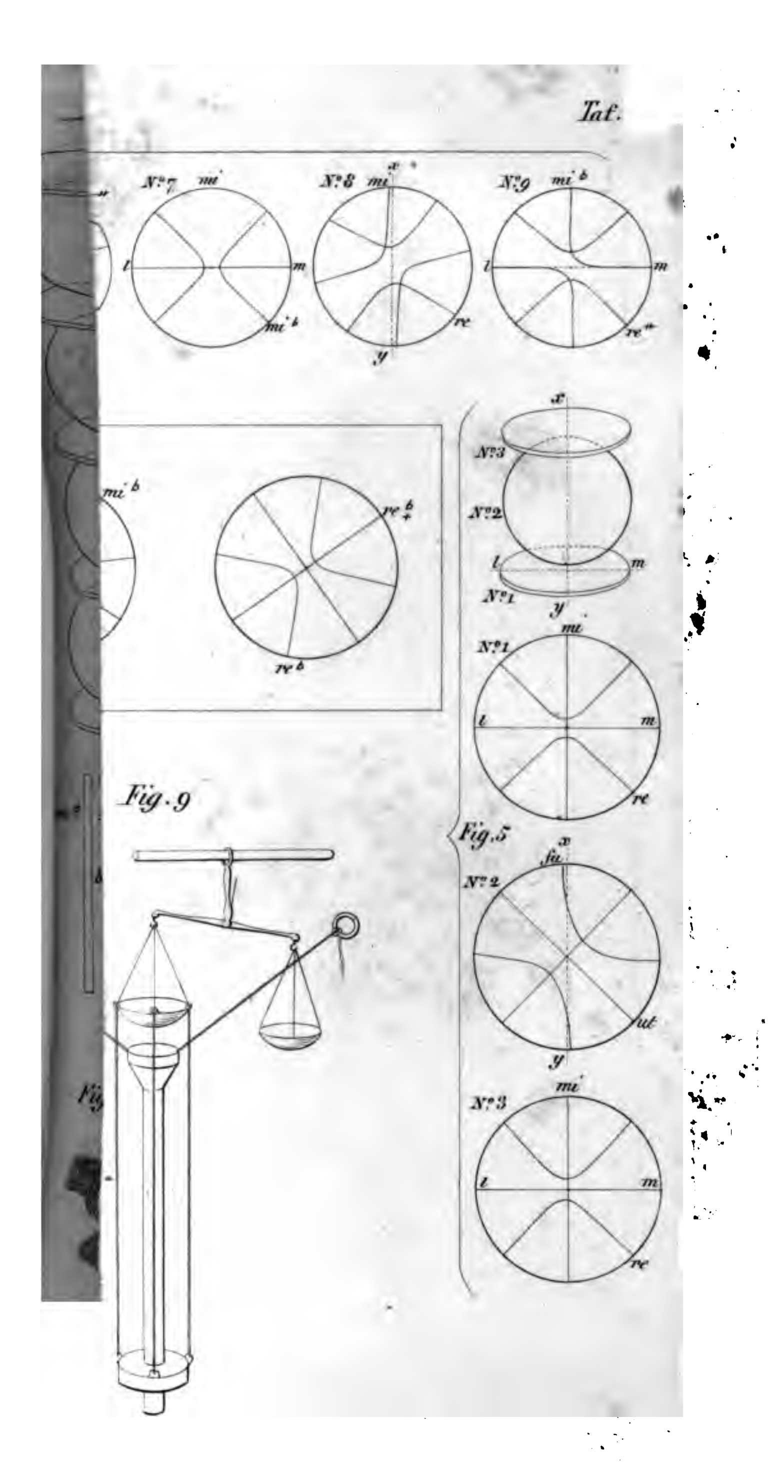
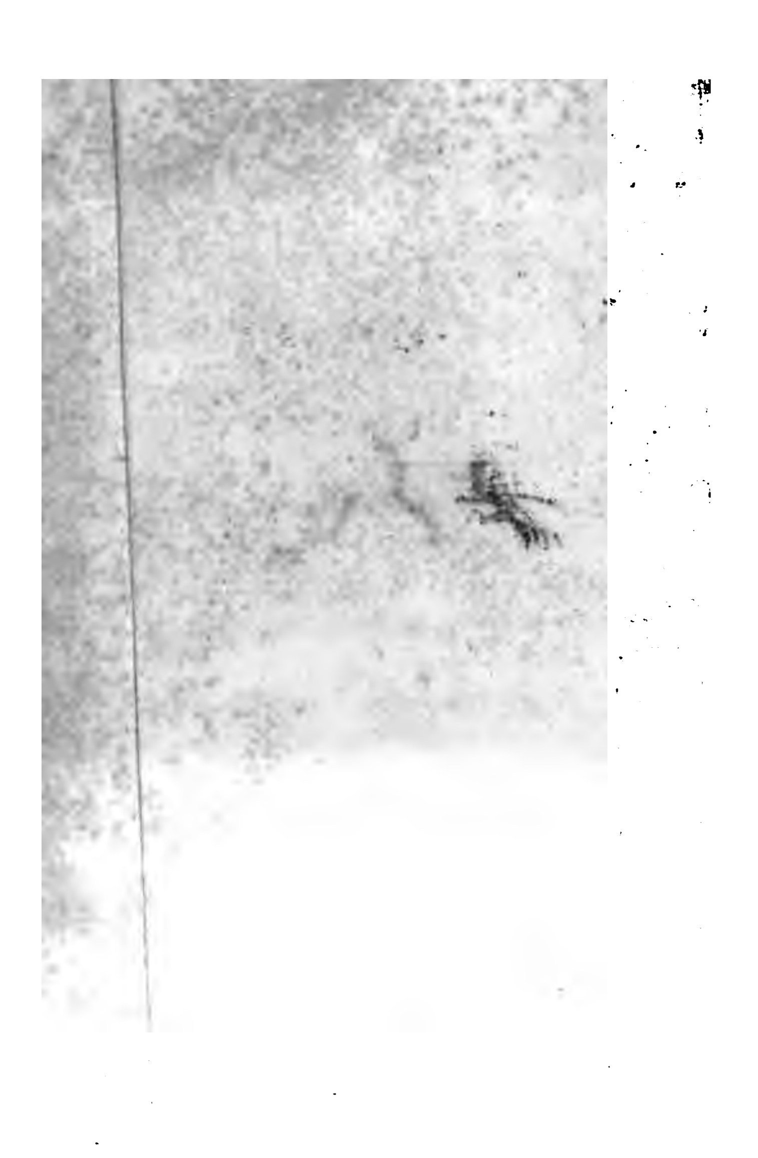


Fig. 7
45°23'
6
45°23'
5
4
44°36'
3
2
1
A
C
E
G
F
D
C'
B'
A'
5
6
a
e
la
sol
re
XII
1
x
y
fa
re
13
14
ut
mi
M
N
sol




N°7
mi
l
m
mi b
N°8
x
mi
re
y
N°9
mi b
l
m
re
mi b
re b
re b
x
N°3
N°2
l
m
N°1
y
N°1
mi
l
m
re
Fig. 9
Fig. 5
x
fa
N°2
ut
y
N°3
mi
l
m
re



// ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

AHRGANG 1829, SIEBENTES STÜCK.

Untersuchung eines neuen Minerals und einer darin enthaltenen zuvor unbekannten Erde;

von J. J. Berzelius.

(Aus den *K. Vetensk. Acad. Handling.*, 1829, St. 1.)

Das Mineral, dessen Untersuchung ich hier mittheile, ommt auf Löv-ön, einer in der Nähe von Brevig in Noregen im Meere liegenden Insel, im Syenite vor. Es urde daselbst vom Pfarrer Esmark entdeckt, einem ohn des berühmten Professors der Mineralogie an der niversität zu Christiania, Jens Esmark, welcher letzre mir eine Probe dieses Minerals zur Untersuchung bersandte, weil er, wegen des grofsen specifischen Geichtes, Tantal darin vermuthete.

Das Mineral ist schwarz, ohne Anzeigen von krystalscher Gestalt oder Textur, und gleicht im äufsern Ansehn ollkommen dem Gadolinit von Ytterby; auswendig ist es uweilen mit einem dünnen rostfarbenen Ueberzug bekleiut. Es ist sehr brüchig und voller Sprünge, in denen es, enn man sie öffnet, einen matten Fettglanz zeigt, wähnd ganz frische Bruchflächen einen Glasglanz haben. s ist schwer; sein specifisches Gewicht beträgt 4,63. s ist nicht besonders hart, wird leicht vom Messer getzt, und hat einen graurothen Strich. Das Pulver des inerals hat eine blafs braunrothe Farbe, die desto hel-

ler wird, je feiner man das Pulver zerreibt. Vor dem Löthrohr erhitzt, verliert es seine schwarze Farbe, giebt Wasser aus, und nimmt dabei meist dieselbe Farbe an, wie durch das Zerpülvern Es läfst sich nicht schmelzen. In einem offnen Rohre geglüht, giebt es eine äufserst schwache Spur von Flufsspathsäure.

Gegen die gewöhnlichen Löthrohr-Flüsse verhält es sich folgendermafsen. Vom *Borax* wird es ziemlich leicht aufgelöst, und, bei grofsem Zusatz, während des Erkaltens unklar; aber es läfst sich nicht unklar flattern. Die Farbe des Glases ist der ähnlich, welche von einem Eisengehalt zu entstehen pflegt; mit Salpeter kommt die Reaction des Mangans zum Vorschein. Vom *Phosphorsalze* wird es mit Zurücklassung von Kieselerde gelöst, und das Glas, welches die Farbe vom Eisen hat, opalisirt beim Erkalten. Auch hier kann mit Salpeter die Reaction des Mangans hervorgebracht werden. Vom kohlensauren Natron wird das Mineral, ohne dafs es schmilzt, zersetzt; es läfst dabei auf der Kohle eine gelbbraune Schlacke zurück. In der Reductionsprobe erhält man, auf Zusatz von Borax, kleine weifse Metallkörner, welche unter der Pistille sich plattdrücken lassen. Sie bestehen aus Blei, das eine Spur von Zinn enthält. Auf Platinblech mit kohlensaurem Natron wird die Masse grün.

Das Mineral scheint sparsam vorzukommen. Zufolge einer spätern Mittheilung des Professors Esmark hat man, seit der ersten Auffindung dieses Minerals, noch nichts davon wieder bekommen können, weil man, wegen der Nähe des Fundorts am Meeresspiegel, bis zum Zufrieren des Wassers am Sprengen gehindert ist.

Dieses Mineral enthält einen zuvor unbekannten metallischen Körper, welcher nach seinen Eigenschaften zu denen gehört, welche die sogenannten eigentlichen Erden bilden; sein Oxyd ist eine Erde, welche am meisten der Zirkonerde ähnlich ist, und welche, sonderbar genug, den

größsten Theil der Eigenschaften und Kennzeichen besitzt, welche ich in meiner ältern Beschreibung der Thorerde bei dieser gefunden habe. Dieser Umstand veranlaſste mich anfangs zu glauben, die Thorerde sey möglicherweise nicht bloſs basisch phosphorsaure Yttererde, wie es meine späteren Untersuchungen zu beweisen schienen, sondern ein Gemenge von dieser und Thorerde. Hiedurch wurde ich, im Anfange dieser Untersuchung, bewogen, der neuen Erde den Namen Thorerde zu lassen, und obgleich ich bei einer abermaligen Untersuchung eines Restes von demjenigen Mineral, in welchem ich die ältere Thorerde gefunden zu haben glaubte *), nicht die geringste Spur von der neuen entdecken konnte, so habe ich doch, und mit um so gröſserem Rechte, für die letztere denselben Namen beibehalten zu müssen geglaubt, indem die ältere Beschreibung meistentheils auf die neue Erde paſst, und der Name Thorerde einmal in die Wissenschaft eingeführt ist. Dieſs giebt zugleich einen Grund zur Benennung des neuen Minerals; ich nenne es *Thorit*.

1. Analyse des Thorits.

a) 2,005 Grm. gröblichen Pulvers wurde in eine kleine vor der Lampe ausgeblasene Retorte gelegt, die durch eine Kautschuckröhre mit einer Vorlage verbunden war, aus welcher das sich etwa entwickelnde Gas durch ein kleines mit Chlorcalcium gefülltes Rohr fortgeleitet wurde. Der Glühverlust betrug 0,1985. Von diesen bestanden 0,19, die in der Vorlage und vom Chlor-

*) Es schien mir wahrscheinlich, daſs der Eudialyt von Grönland Thorerde enthalten könne, besonders da die Eigenschaften der Zirkonerde zur Zeit der Stromeyer'schen Analyse des Eudialyts noch nicht so gut wie jetzt bekannt waren, folglich die neue Erde möglicherweise für Zirkonerde gehalten worden seyn konnte; ich fand indeſs, auf die von Stromeyer angegebene Weise, nur Zirkonerde darin.

calcium aufgefangen worden, aus Wasser, welches eine unbedeutende Spur von Flufssäure enthielt. 0,085 waren fortgegangenes Gas.

Das so geglühte Mineral wurde bis zum Glühen in einem Strom von Wasserstoffgas erhitzt, wobei es aus dem Rothbraunen in's Bleigraue und Grüne überging, und, unter Entwicklung von Wasser, noch 0,03 Grm. verlor. Gepülvert gab das Mineral nun ein dunkelgraues Pulver, welches von Salzsäure ganz unbedeutend angegriffen wurde.

b) 5 Grm. feines ungebranntes Pulver vom Thorit wurde mit Salzsäure übergossen; sie wurde gelb und roch ein wenig nach Chlor. Bei Erhitzung wurde die Chlorentwicklung stärker und die Masse gelatinirte vollständig. Sie wurde im Wasserbade eingetrocknet, und hinterliefs, nach Wiederauflösung, 0,985 Grm. Kieselerde. Diese wurde sodann durch Kochen in kohlensaurem Natron gelöst, die Lösung mit siedendem Wasser verdünnt, das Klare abgegossen, und der Rückstand noch einmal mit kohlensaurem Natron gekocht; dabei blieben vom Alkali ungelöst feine Quarzkörner, etwas der Zersetzung entgangenes Steinpulver, und ein leichtes graugelbes Pulver, welches von dem ersteren abgeschlemmt werden konnte. Dieses Pulver wog 0,05 Grm., das schwerere aber 0,018, also zusammen 0,07 Grm., wodurch für die aufgelöste reine Kieselerde 0,915 Grm. übrig bleiben. Das graugelbe Pulver enthielt viel Kieselerde in seiner Zusammensetzung und schmolz mit kohlensaurem Natron vor dem Löthrohr zu Glas. Näher habe ich es nicht untersucht.

c) Die Lösung im Wasser, welche von der Kieselerde abfiltrirt worden war, wurde mit kaustischem Ammoniak gefällt, und der Niederschlag mit siedendem Wasser gut ausgewaschen. Die durchgegangene ammoniakalische Flüssigkeit wurde mit dem eingedunsteten Waschwasser vermischt, dann mit Oxalsäure versetzt und gelinde erwärmt, bis sie, die sogleich trübe geworden, sich

llkommen abgeklärt hatte. Der gefällte oxalsaure Kalk, brannt und mit kohlensaurem Ammoniak behandelt, b an etwas bräunlichem kohlensauren Kalk 0,241 Grm. eser wurde in Salzsäure gelöst, die Lösung erstlich mit omwasser, und dann, in einer verkorkten Flasche, mit hr verdünntem Aetzammoniak versetzt, bis die Säure etwas mit übersättigt war. Nach 24 Stunden hatte sich aus der, lmälig gelb gewordenen, Lösung Manganoxyd abgesetzt, elches, abgesondert und geglüht, 0,010 Grm. wog. Das ewicht des kohlensauren Kalks betrug also 0,23 Grm., tsprechend 0,1288 Gramm. oder 2,576 Procent reiner alkerde.

d) Die mit Oxalsäure gefällte Flüssigkeit wurde zur rockne verdunstet und der Salmiak durch Erhitzen daon verjagt; der Rückstand, mit Wasser ausgelaugt, hinrliefs 0,018 Grm. Talkerde, etwas verunreinigt mit Mananoxyd, welches sich aber nicht von ihr abscheiden liefs.

e) Aus der Lösung in Wasser wurde durch Verunstung 0,0205 Grm. eines Gemenges von Chlornatrium nd Chlorkalium erhalten. Dieses wurde mittelst Platinhlorid zerlegt, indem man es mit demselben eintrocknete, nd das Natriumsalz durch Weingeist vom Kaliumsalz uszog. Auf diese Weise fand sich, dafs das Gemenge ,0113 Chlorkalium und 0,0092 Chlornatrium enthielt; as erstere entspricht 0,007 Grm. Kali, das letztere 0,0049 rammen Natron.

f) Die in *c* gefällte Masse wurde, durch eingemenges Manganoxydul, beim Auswaschen dunkler. Sie wurde, och feucht, in Salzsäure aufgelöst und das Filtrum daiit vollständig ausgewaschen. Durch die erhaltene Flüsigkeit wurde ein Strom von Schwefelwasserstoffgas geeitet, wodurch ein schwarzer Niederschlag entstand. Aus iesem Niederschlage, welcher gut ausgewaschen worden var, zog wasserstoffschwefliges Schwefelammonium eine eringe Spur von Schwefelzinn aus, die jedoch zu unbeleutend war, um gesammelt oder gewogen zu werden.

niak weifse Flocken, 0,005 Gr. wiegend, fäll
zeigten vor dem Löthrohr alle Eigenschaften d
oxyds, und wurden mit kohlensaurem Natron z
weifsen geschmeidigen Metallkorn reducirt. Das
ser Unlösliche war schwefelsaures Bleioxyd u
0,052 Grm,, entsprechend 0,04 Grm. oder 0,8
vom Gewicht des Steins an Bleioxyd.

g) Die mit Schwefelwasserstoff gefällte Fl
wurde bei gelinder Wärme zur Trockne verdun
bei sie gegen das Ende gelatinirte, und, nach
auflösung in Wasser, 0,034 Grm. Kieselerde hi
Die Lösung wurde mit einem Ueberschufs von
schem Kali gefällt und der Niederschlag damit
Das Alkali zog daraus 0,003 Grm. eines Stoffs,
beim Glühen mit Kobaltsolution blau wurde,
schmelzen, also Thonerde war; weder diese n
alkalische Flüssigkeit enthielt eine Spur von P
säure.

h) Die mit Kali behandelte Masse löste si
in verdünnter Salzsäure, unter Zurücklassung v
ganoxyd, welches, gewaschen und geglüht, 0,0
wog; es fand sich mit einer so unbedeutender
von Eisenoxyd und Thonerde verunreinigt, dafs

schen, und darauf vom Filtrum durch siedendes Wasser aufgelöst, welches ihn ohne Rückstand aufnahm. Die Lösung, mit kaustischem Kali gefällt, gab eine weiſse Erde, welche, was die Abwesenheit von Cerium beweist, beim Waschen nicht gelb wurde, und, geglüht, 2,817 Grammen wog; sie war Thorerde, die sich, durch eine nicht abzuscheidende, aber doch auf Platinblech durch kohlensaures Natron erkennbare Spur von Manganoxyd, in's Gelbe zog. Jedenfalls war die Menge des letzteren zu gering, als daſs sie in einem bemerkungswerthen Grade auf das Gewicht der Erde hätte einwirken können. Bei der Probe, welche ich im Uebrigen mit dieser Erde angestellt, fand ich sie frei von jeder andern Einmengung.

k) Die mit schwefelsaurem Kali gefällte Flüssigkeit, wurde mit kaustischem Kali niedergeschlagen, der Niederschlag gut gewaschen und sodann mit kohlensaurem Ammoniak behandelt. Das vom kohlensauren Ammoniak Ungelöste wog geglüht 0,1905 Grm. Es löste sich in Salzsäure und wurde auf die gewöhnliche Weise, mittelst bernsteinsauren Ammoniaks, in 0,162 Grm. Eisenoxyd und 0,0285 Grm. Manganoxyd zerlegt.

l) Die Lösung im kohlensauren Ammoniak wurde zur Trockne verdunstet. Die trockne Masse wurde mit verdünnter Essigsäure übergossen und digerirt; sie färbte sich dadurch gelb und gab mit kaustischem Ammoniak einen schönen hochgelben Niederschlag, welcher nach dem Waschen und Glühen schwarzgrün wurde und 0,079 Gr. wog; er war nun Uranoxydul.

m) Das von der Essigsäure Ungelöste war gelbgrau. Es löste sich in Salzsäure ohne Farbe auf. Die Lösung wurde mit Weinsäure versetzt und sodann mit Ammoniak übersättigt, ohne daſs ein Niederschlag entstand. Schwefelwasserstoff schied daraus eine geringe Spur Schwefeleisen ab, welche, in Salpetersäure gelöst und mit Ammoniak gefällt, 0,008 Grm. Eisenoxyd gab.

n) Die mit Schwefelwasserstoff gefällte Flüssigkeit

wurde in einem gewogenen Platintiegel zur Trockne verdunstet, der Salmiak fortgeraucht und die Weinsäure weggebrennt; es blieben nun 0,073 Grm. einer schwach gelblichen Erde zurück, welche weder Yttererde noch Titansäure enthielt, sondern sich in jeder Beziehung als eine mit geringer Spur von Manganoxyd verunreinigte Thorerde verhielt.

Ich mufs hiebei bemerken, dafs die Gegenwart der Thorerde in der mit schwefelsaurem Kali gefällten Flüssigkeit von einem Fehler herrührte, nämlich davon, dafs die Erde nicht vollständig mit dem schwefelsauren Kali ausgefällt worden war, was indefs sehr leicht geschieht, sobald man eine nicht zu sehr concentrirte Lösung anwendet. Ich werde bei der Beschreibung des Doppelsalzes wieder hierauf zurückkommen.

Stellt man die Resultate der Analyse zusammen, so findet man, dafs der Thorit enthalten hat:

	In 5 Grm.	In 100 Th.
Thorerde *i*) 2,8175 + *n*) 0,073	=2,8905	57,91
Kalkerde *c*)	=0,1288	2,58
Eisenoxyd *k*) 0,162 + *m*) 0,008	=0,1700	3,40
Manganoxyd *c*) 0,01 + *h*) 0,081 + *k*) 0,0285	=0,1195	2,39
Talkerde *d*)	=0,0180	0,36
Uranoxyd *l*) 0,079 Oxydul + 0,014 Sauerstoff	=0,0804	1,61
Bleioxyd *f*)	=0,0400	0,80
Zinnoxyd *f*)	=0,0050	0,01
Kieselerde *b*) 0,915 + *g*) 0,034	=0,9490	18,98
Wasser *a*) ½ (0,19 × 5) . . .	=0,4750	9,50
Kali *e*)	=0,0070	0,14
Natron *e*)	=0,0049	0,10
Thonerde *g*)	=0,0030	0,06
Ungelöstes Steinpulver *b*) . . .	=0,0700	1,70
Verlust	=0,0359	0,49
	5,0000	100,00.

Da in dieser Analyse Chlor bei der Auflösung des
inerals entwickelt wurde, so ist klar, dafs sowohl das
sen als das Mangan darin als Oxyd enthalten sind.
as der Untersuchung über das Sättigungsvermögen der
horerde, welche weiterhin angeführt werden wird, geht
rvor, dafs der Sauerstoff der Basen zusammen gleich
t dem Sauerstoff der Kieselerde. Die Thorerde enthält
was weniger als das Zweifache des Sauerstoffgehalts
er übrigen Basen; die grofse Anzahl derselben, und der
mstand dafs es theils Basen mit *einem*, theils Basen
it *drei* Atomen Sauerstoff sind, unter denen sich kein
nfaches Multiplum entdecken läfst, veranlafst mich aber,
en Thorit als ein zufälliges Gemenge von mehreren
asserhaltigen Silicaten zu betrachten, in welchem die
auerstoffmenge des Wassers, der Basen und der Kie-
elerde gleich ist, und von welchem die Verbindung:
$Th^3 \ddot{Si} + 3\dot{H}$ ($ThS + Aq$) $71\frac{1}{2}$ Proc. ausmacht.

. Untersuchung der Thorerde und deren metallischen Grundlage.

1. *Thorium.* Die Thorerde wird weder von Kohle
noch von Kalium reducirt. Aber das Thorium kann iso-
irt werden, sowohl, wenn man Fluorthorium vereinigt
nit Fluorkalium, als auch, wenn man wasserfreies Chlor-
horium mit Kalium vermischt und erhitzt. Das Letzte
geht am besten und giebt die Thorerde am reinsten.
Das Chlorthorium wird bereitet, indem man Thorerde
nit Kohle mischt und in einem Strom von Chlorgas glüht.
Die Zersetzung des Chlorthoriums durch das Kalium ge-
schieht unter einer sehr schwachen Detonation, welche,
wenn man das Chlorthorium ganz wasserfrei anwendet,
kaum bis zur Feuerentwicklung geht, und deshalb mit
völliger Sicherheit in Glasgefäfsen vorgenommen werden
kann. Auch die Fluorverbindung giebt mit Kalium eine
sehr schwache Detonation.

Um mich zu versichern, dafs die Thorerde nicht vom

Kalium reducirt werde, vermischte ich wasserfreie schwefelsaure Thorerde mit Kalium in geringem Ueberschufs, und erhitzte das Gemenge in einem bedeckten Porcellantiegel. Die Zersetzung geschah mit einer äufserst heftigen Detonation, wodurch der Tiegel zum Weifsglühen kam, und das überschüssige Kalium sich verflüchtigend zwischen dem Deckel und Tiegel hervordrang, und daselbst mit einer starken Flamme brannte. Wasser zog nach dem Erkalten Schwefelkalium aus, und liefs die Erde schneeweifs zurück.

Wenn man Chlorthorium mit Kalium verpufft, so erhält man eine dunkelgraue Masse, welche anfangs, wie gewöhnlich bei diesen Reductionen, Wasserstoffgas entwickelt, was aber bald aufhört, worauf ein graues schweres Metallpulver zurückbleibt. Dieses Pulver ist dunkel bleigrau, läfst sich nach dem Trocknen zusammendrükken, und wird, wenn man es mit einem polirten Agat drückt, eisengrau und metallisch glänzend; es scheint denselben Grad von Metallheit zu besitzen wie das Aluminium. Vom Wasser wird es nicht oxydirt, weder vom warmen noch vom kalten; wenn man es aber gelinde erhitzt, so entzündet es sich und brennt mit einem ganz ungewöhnlichen Glanz. Das Ganze verwandelt sich in eine Feuermasse, die mit keiner Erscheinung besser verglichen werden kann, als mit der, welche sich einstellt, wenn man zu schmelzendem Phosphor, der sich über Quecksilber in einer Eprouvette befindet, eine Blase Sauerstoff hinzutreten läfst. Die starke Lichtentwicklung hiebei bewirkt, dafs die brennende Masse wie eine einzige ungewöhnlich leuchtende Flamme aussieht. Kleine Körner von Thorium, welche man in die Flamme einer Weingeistlampe fallen läfst, brennen mit einem weifsen Feuerschein, und scheinen im Augenblick der Verbrennung ein vielfach gröfseres Volumen anzunehmen. Die nach der Verbrennung zurückbleibende Thorerde ist schneeweifs, ohne die geringsten Anzeigen von einer erlittenen Schmelzung oder eines Zusammenhanges der Theile.

Wenn man Thorium mit verdünnter *Schwefelsäure* übergiefst, so entsteht ein rasches Aufbrausen und eine Entwicklung von Wasserstoffgas, die aber bald abnimmt, so dafs man nun die Mischung erwärmen kann, ohne dafs sich Thorium bedeutend auflöst. Man kann sogar aus einem mit Thorerde verunreinigten Thorium die Thorerde durch Digestion mit einem Gemische von Schwefelsäure und Wasser ausziehen und dadurch das Thorium reinigen; indefs vermindert sich dieses doch bei der Operation, und wenn man sie lange fortsetzt, kann man es vollständig auflösen. Salpetersäure wirkt fast noch weniger, als die Schwefelsäure, auf das Thorium; man kann das Thorium mit ihr kochen, ohne dafs die Auflösung bedeutend vorschreitet. Dagegen wird das Thorium von Salzsäure ganz leicht und, mit Hülfe der Wärme, in ganz Kurzem vollständig und unter Entwicklung von Wasserstoffgas aufgelöst. Von Fluorwasserstoffsäure wird es eben so unbedeutend wie von Schwefelsäure angegriffen. Kaustische Alkalien wirken auf nassem Wege nicht auf das Thorium.

2. *Die Thorerde,* welche bei der Oxydation des Thoriums gebildet wird und die einzige Oxydationsstufe desselben zu seyn scheint, hat folgende Eigenschaften: sie ist farblos, schwer, in keiner andern Säure als nur in concentrirter Schwefelsäure löslich, und erfordert dazu eine höhere Temperatur.

Bereitung der Thorerde aus dem Thorit. Das Mineral wird, auf die bei der Analyse angegebene Art, in Salzsäure gelöst, die Lösung mit Schwefelwasserstoffgas behandelt und die Erde mit Ammoniak ausgefällt. Nachdem der Niederschlag auf ein Filtrum gebracht und gut ausgewaschen ist, löst man ihn in verdünnter Schwefelsäure und verdunstet darauf die Lösung in der Wärme, wobei sich ein voluminöses schwefelsaures Salz absetzt. Wenn nur eine geringe Menge von Flüssigkeit übrig ist, wird sie abgegossen, und das zurückgebliebene Salz mit

siedendem Wasser gewaschen, ausgepreſst und geglüht, worauf dann die Erde rein zurückbleibt.

Die abgegossene Flüssigkeit und das Waschwasser enthalten noch Thorerde. Man sättigt den Ueberschuſs von Säure so genau wie möglich mit kaustischem Ammoniak, setzt dann Oxalsäure hinzu, so lange noch ein Niederschlag entsteht, und wäscht darauf den Niederschlag mit Wasser, welches etwas freie Oxalsäure enthält. Dabei bleiben Mangan, Eisen und Uran in der Lösung, und die oxalsaure Thorerde wird auf ein Filtrum gebracht. Sie giebt nach dem Brennen eine Erde, welche sich etwas in's Gelbe zieht, in Folge einer geringen Beimengung von Manganoxyd, das dieser Erde hartnäckiger als irgend ein anderer Körper anhängt.

Man kann auch die Thorerde in Form eines Doppelsalzes fällen, indem man der Flüssigkeit, so lange bis sie gesättigt ist, schwefelsaures Kali in fester Gestalt hinzusetzt, und man erhält sie auf diese Weise vollständiger ausgefällt, als mit Oxalsäure.

Das Hydrat der Thorerde erhält man, wenn man das mit siedendem Wasser gewaschene schwefelsaure Salz in kaltem Wasser auflöst, was zwar langsam, aber doch vollständig geschieht, und sie dann mit kaustischem Kali fällt und auf einem Filtrum auswäscht. Der Niederschlag ist gelatinöse wie Thonerdehydrat, sinkt aber leicht zusammen. Während des Trocknens und Waschens zieht er leicht Kohlensäure an. An der Luft getrocknet, backt er zu harten glasigen Klumpen zusammen; im luftleeren Raum über Schwefelsäure bildet er dagegen ein weiſses Pulver. Er verliert sein Wasser bei gelindem Glühen. Das noch feuchte Thorerdehydrat löst sich ganz leicht in Säuren. Nach dem Trocknen löst es sich aber sehr träge und langsam, und nach Verjagung des Wassers im Glühen ist die Erde ganz unlöslich in Salzsäure und Salpetersäure.

Das Thorerdehydrat ist unlöslich in kaustischen Al-

kalien; dagegen lösen sich das Hydrat, das kohlensaure Salz und die basischen Salze in kohlensaurem Alkali, sogar in kohlensaurem Ammoniak. Sie lösen sich schwach, wenn das Alkali sehr verdünnt ist, aber ziemlich leicht und reichlich, wenn die Lösung concentrirt ist. Wenn man eine Lösung von Thorerde in kohlensaurem Ammoniak in eine Flasche schüttet, diese darauf zupfropft und bis zu +50° C. oder nahe daran erwärmt, so trübt sich die Flüssigkeit stark und es schlägt sich viel Thorerde nieder, die sich aber nach dem Erkalten langsam wieder löst, so dafs die Flüssigkeit zuletzt ganz klar wird. Ein Zusatz von Ammoniak trübt die Auflösung nicht, hingegen wird sie dadurch wieder klar, wenn sie zuvor durch eine anfangene Fällung trübe war.

Wenn die Thorerde mit kaustischem oder kohlensaurem Alkali bis zum Glühen erhitzt wird, so schmilzt sie nicht damit zusammen; auch wird sie durch diese Behandlung nicht löslich in Salzsäure oder Salpetersäure, sondern diese ziehen aus ihr nur die fremden Stoffe, mit denen sie verunreinigt seyn kann, und welche aus der ohne Alkali geglühten Erde nicht durch Säuren ausgezogen werden können. Wenn die mit Alkali gebrannte Erde mit Wasser oder Säuren behandelt wird, so zerfällt sie zu einer weifsen milchigen Masse, welche, wie Titansäure, beim Waschen durch das Filtrum geht, was man aber durch einen Zusatz von Salzsäure oder Salmiak zum Waschwasser verhüten kann.

Die Thorerde wird durch Glühen hart, ist dann schwer zu feinem Pulver zu zerreiben. Ihr specifisches Gewicht ist gröfser als das irgend einer andern Erde, und wetteifert mit dem des Bleioxyds. Ich fand es =9,402. Das specifische Gewicht des Thorits ist daher bedeutend geringer, als es aus dem der isolirten Erde würde hervorgehen müssen.

Vor dem Löthrohr verhält sich die Thorerde folgendermafsen. Für sich allein ist sie unveränderlich, un-

schmelzbar. In Borax ist sie äufserst tröglöslich, und das klare Glas läfst sich nicht unklar flattern; man kann ihn aber so stark mit ihr sättigen, dafs es beim Erkalten milchig wird. Vom Phosphorsalz wird sie auch ganz träge gelöst. Vom kohlensauren Natron wird sie nicht aufgelöst.

Die Zusammensetzung der Thorerde habe ich durch Zerlegung ihrer Verbindung mit Schwefelsäure zu bestimmen gesucht. Das durch Kochen gefällte schwefelsaure Salz wurde in kaltem Wasser gelöst, und die Lösung erstlich mit etwas im Ueberschufs hinzugesetztem kaustischem Kali gefällt; die vollständig ausgewaschene und geglühte Erde wog 0,6754 Grm. Die durchgegangene alkalische Flüssigkeit, mit Salzsäure übersättigt und mit Chlorbarium gefällt, gab 1,159 Grm. schwefelsauren Baryts. Bei einem andern Versuch wurden 1,0515 Grm. Thorerde und 1,832 Gramm schwefelsauren Baryts erhalten.

Um die Zahl der Sauerstoffatome in der Erde zu bestimmen, analysirte ich das Doppelsalz von schwefelsaurer Thorerde und schwefelsaurem Kali. 0,801 Grm. Krystalle dieses Salzes verloren beim Fatesciren auf einer Sandkapelle 0,0365 Grm. Wasser und wurden undurchsichtig, milchweifs; der Verlust vergröfserte sich nicht in einer Hitze, bei der Zinn schmolz. Die rückständigen 0,7645 Grm. wurden in warmem Wasser gelöst und mit kaustischem Ammoniak gefällt; sie gaben 0,265 Grm. geglühter Erde. Die durchgegangene Flüssigkeit hinterliefs, nach gewöhnlicher Behandlung, 0,3435 Grm. schwefelsauren Kali's, wonach also die mit der Frde verbundene Schwefelsäure 0,156 Grm. betrug, oder eben so viel, als in dem schwefelsauren Kali befindlich war. Diese Analyse giebt zur Berechnung des Atomengewichts zwei Data, nämlich in der Schwefelsäure und in dem schwefelsauren Kali. Nach der ersteren berechnet wird es =851,3, nach dem letzteren =841,73. Von den oben angeführten Ana-

ysen des schwefelsauren Salzes giebt die erste 849,664, und die zweite 836,86. Die Mittelzahl aus allen vier ist =844,9, welche vermuthlich der Wahrheit am nächsten kommt.

Da indefs die Thonerde und das Eisenoxyd mit der Schwefelsäure Salze geben, in denen der Sauerstoff der Säure nur das Zweifache von dem der Basen ist, und da diese Salze sich mit schwefelsaurem Kali in solchem Verhältnifs verbinden, dafs die Menge der Schwefelsäure den beiden vereinigten Salzen gleich ist; so entsteht die Frage, ob diefs auch bei der Thorerde der Fall sey; diefs ist um so möglicher, als die beim Kochen gefällte schwefelsaure Thorerde ein basisches Salz zu seyn scheint. Und in diesem Falle würde die Erde 3 Atome Sauerstoff enthalten, oder anderthalbmal so viel, als die angeführten Analysen angeben.

Ich analysirte deshalb das Salz, welches bei freiwilligem Verdunsten aus einer sauren Auflösung von schwefelsaurer Thorerde herauskrystallisirt, fand aber darin die Basis und die Säure in demselben Verhältnisse wie vorhin, nur die Menge des Krystallwassers war anders. Ich übergofs nun ein bestimmtes Gewicht des durch Kochen gefällten Salzes mit Schwefelsäure, rauchte dann die Säure über einer Lampe fort, und wog das Salz, als es aufhörte einen Rauch zu geben. In den meisten Versuchen hörte das Verdunsten der Säure bei einem Punkte auf, welcher einer Vermehrung der zuvor im Salze enthaltenen Säuremenge um das Anderthalbfache entsprach; allein es stand niemals genau bei diesem Punkte still, sondern gab bald mehr, bald weniger zu erkennen; im letzteren Fall löste sich aber sogleich das Salz nicht mehr vollständig im Wasser auf. Jedenfalls beweiset diefs, dafs es eine wasserfreie Verbindung von Thorerde mit mehr Schwefelsäure giebt.

Um aus diesem Labyrinthe zu kommen, bereitete und analysirte ich eine Portion wasserfreien Chlortho-

riums; die Analyse desselben gab das Atomengewic
Thorerde =838. Ich halte jedoch diese Zahl für
ger zuverlässig, als die zuvor angeführte, weil hiebe
muthlich von einem durch die Kohle hineingebr
Eisengehalt, eine etwas gefärbte Erde erhalten wu

Betrachten wir die Mittelzahl aus den bei den
felsauren Salzen erhaltenen Resultaten als die der
heit am nächsten kommende, so ist das Atomeng
der Thorerde =844,9. In diesem Falle besteht die
erde in 100 Theilen aus:

Thorium	88,16
Sauerstoff	11,84

und das Thorerde-Hydrat aus:

Thorerde	88,25
Wasser	11,75.

Das Symbol für ein Atom Thorium =744,9
werden: Th, das für die Thorerde $\dot{Th}$, und das
ren Hydrat $\dot{Th}\dot{H}$.

Die Thorerde unterscheidet sich von andern
hauptsächlich durch ihr Verhalten in Verbindun
Schwefelsäure, indem dabei durch Kochen ein S
fällt wird, welches sich in der Kälte ganz langsam
doch vollständig wiederum auflöst. Indeſs ist b
wendung dieser Reaction zu bemerken, daſs sie
eintritt, wenn solche Basen zugegen sind, mit den
Thorerde Doppelsalze, welche beim Kochen nur
deutend gefällt werden, bildet.

Von *Thonerde* und *Beryllerde* unterscheid
die Thorerde dadurch, daſs sie in kaustischem K
löslich ist, worin sich jene auflösen.

Von der *Yttererde* ist sie darin verschieden
sie mit schwefelsaurem Kali ein Doppelsalz giebt
ches in einer gesättigten Auflösung von schwefel
Kali unlöslich ist; dadurch kann man sie auch
maſsen quantitativ von der Yttererde trennen.

Von der *Zirkonerde* weicht sie dadurch ab, dafs die Zirkonerde, wenn sie in der Wärme mit schwefelsaurem Kali gefällt worden ist, hernach gröfstentheils in Wasser und in Säuren unlöslich ist, auch dadurch, dafs die Thorerde durch Cyaneisenkalium gefällt wird, wodurch die Salze der Zirkonerde nicht getrübt werden.

Vom *Ceroxydul* unterscheidet sie sich dadurch, dafs sie beim Trocknen und Brennen nicht die Farbe des Ceroxyds annimmt, dafs sie vor dem Löthrohr weder mit Borax noch mit Phosphorsalz ein gefärbtes Salz giebt, weder kalt noch warm, wenn nämlich die Erde zuvor vollständig vom Eisen befreit worden ist.

Von der *Titansäure* unterscheidet sie sich sowohl durch ihre Fällung mittelst schwefelsauren Kali's, als auch durch das charakteristische Verhalten der Titansäure vor dem Löthrohr.

Von den eigentlichen Metalloxyden, denen man sie, wegen ihrer Schwere, beizuzählen versucht seyn könnte, unterscheidet sie sich dadurch, dafs sie nicht vom Schwefelwasserstoffgas gefällt wird.

Ihre, zuvor erwähnten, Aehnlichkeiten mit der basisch phosphorsauren Yttererde sind folgende: dafs ihre Salze rein zusammenziehend schmecken; dafs das schwefelsaure krystallisirte Salz bei Behandlung mit Wasser unklar wird, und ein weifses Skelett von der Form der Krystalle zurückläfst; dafs mehrere ihrer Salze beim Kochen gefällt werden und sich dann auf das Gas als eine emailweifse, sehr festsitzende Rinde niederschlagen; dafs das Hydrat der Erde beim Trocknen Kohlensäure anzieht; dafs sie sich in kohlensaurem, aber nicht in kaustischem Alkali löst; dafs beide von Blutlauge gefällt werden u. s. w. Durch die oben angeführten Kennzeichen unterscheidet sie sich aber leicht von der Yttererde, so wie auch dadurch, dafs das Chlorthorium beim Kochen nicht gefällt wird, wie es bei einer Auflösung von basisch phosphorsaurer Yttererde in Salzsäure der Fall ist.

3. *Thorium und Schwefel.* Wenn Thorium, mit Schwefel vermischt, erhitzt wird, so destillirt erstlich Schwefel ab, dann entzündet sich das Metall in dem Schwefelgase und verbrennt fast mit demselben Glanze wie in der Luft. Das Product ist ein gelbes Pulver, welches durch Zusammendrücken zwar glänzend wird, aber keinen metallischen Strich annimmt. Beim Rösten in einem offnen Glasrohr bleibt Thorerde zurück und Schwefel sublimirt sich (auch wenn das Schwefelthorium zuvor in einem Strom von Wasserstoffgas bis zum Glühen erhitzt worden war); aber es verbrennt nicht mit irgend einer Art von Lebhaftigkeit. Wird es mit wasserhaltigen Säuren übergossen, so riecht es im ersten Augenblick etwas nach Schwefelwasserstoffgas; aber es scheint nicht merklich aufgelöst zu werden, selbst nicht in der Wärme; sogar Salpetersäure greift es schwach an. In kaltem Königswasser bleibt es ebenfalls unverändert, aber beim Erhitzen löst es sich unter Entwicklung von Stickstoffoxydgas ohne Rückstand auf. Die Lösung enthält schwefelsaure Thorerde.

4. *Thorerde und Phosphor* verbinden sich unter Feuererscheinung, wenn man Thorium in Phosphorgas erhitzt. Das Phosphorthorium ist dunkelgrau, metallisch glänzend, dem Graphit ähnlich, wird nicht vom Wasser angegriffen, und verbrennt beim Erhitzen zu einem phosphorsauren Salz.

5. *Salze von Thorium.* Die Salze, welche das Thorium sowohl mit Salzbildern, als auch in oxydirter Form mit Sauerstoffsäuren giebt, zeichnen sich durch einen stark und rein zusammenziehenden Geschmack aus, welcher von keinem sauren, süfsen oder bitteren begleitet wird, und am meisten dem des reinen Gerbestoffs gleich kommt. Hinsichtlich dieses Geschmacks nähern sie sich also am meisten den Zirkonium-Salzen. Ihre Auflösungen werden von Oxalsäure und von Cyaneisenkalium mit weifser Farbe gefällt, und von schwefelsaurem Kali, wel-

ches man in ihnen löst, langsam getrübt. Diese drei Reagentien scheiden sie von allen andern ungemischten Salzen, bis auf die des Ceriumoxyduls, von denen sie sich indefs dadurch unterscheiden, dafs sie mit kaustischem Alkali farblose, an der Luft nicht gelbwerdende, Niederschläge geben, wie es mit den Ceroxydulsalzen der Fall ist. Die Salze der Thorerde werden beim Glühen zersetzt, und lassen die Erde, welche die Säuren leichter fahren läfst als die Zirkonerde, im isolirten Zustand zurück.

α) Haloïdsalze.

Chlorthorium erhält man, wenn man Thorerde mit reinem Zucker mengt, das Gemenge in einem bedeckten Platintiegel vollständig verkohlt, und es darauf in einem Porcellanrohr in einem Strom von wasserfreiem Chlorgas glüht. Die Zersetzung geschieht sehr langsam und das Chlorthorium ist nicht sehr flüchtig. Das Meiste erstarrt dort, wo die Röhre aufhört zu glühen; man mufs deshalb die Masse, welche zersetzt werden soll, nicht bis dahin reichen lassen, wenn man sie bestimmt abzuscheiden wünscht. Das Chlorthorium setzt sich in Form eines weifsen, dicken, halbgeschmolzenen und krystallinischen Ringes ab, vor welchem sich einige lose Schuppen ablagern. Dem Chlorgas folgt während der Operation ein weifser Rauch, welcher sich in der an die Porcellanröhre angesetzten gläsernen Vorlage absetzt. Er bildet daselbst eine nicht krystallinische Masse, die sich nur partiell in Wasser löst, und auf dem Glase eine durchscheinende Thorerde hinterläfst; diese läfst sich nicht abspühlen und sitzt nach dem Trocknen des Glases so fest, dafs man glauben könnte, das Glas wäre dabei angegriffen worden; nur von concentrirter Schwefelsäure wird sie abgelöst, aber weder von Salzsäure noch Salpetersäure. Diese Erscheinung scheint davon herzurühren, dafs das pulverförmig abgesetzte Chlorthorium in dem Augenblick, wo

es die Luft berührt, von deren Feuchtigkeit in ein basisches Salz verwandelt wird; doch sehe ich nicht ein, wodurch die bei Auflösung in Wasser abgeschiedene Erde denselben Zustand von Unlöslichkeit erlangt, in den sie durch's Glühen versetzt wird.

Das neutrale Chlorthorium erhitzt sich stark mit Wasser, und löst sich, wenn man den compacten, während der Operation halbgeschmolzenen, Theil desselben genommen hat, vollkommen darin auf.

Das Thorerdehydrat löst sich leicht in Salzsäure. Bei Verdunstung der Lösung bis zu einer gewissen Concentration, besonders wenn sie Säure in Ueberschuſs enthält, wodurch das Salz weniger leichtlöslich wird, gesteht sie nach dem Erkalten zu einer strahlig angeschossenen Masse. Verdunstet man sie bei gelinder Wärme zur Trockne, so erhält man eine zerflieſsliche Salzmasse, welche auch in trockner Luft weder krystallisirt noch eintrocknet. Erhitzt man die erhaltene Salzmasse stärker, so zersetzt sie sich; es wird Thorerde gebildet und Salzsäure geht fort. Das wasserhaltige Chlorthorium löst sich in starker Salzsäure, obgleich träger als in Wasser; das Chlorzirkonium dagegen ist in Salzsäure fast unlöslich. Das Chlorthorium löst sich leicht in Alkohol.

Chlorthorium verbindet sich mit Chlorkalium zu einem in Wasser sehr leichtlöslichen, fast zerflieſslichen, Doppelsalz, welches in einen Strom von Salzsäuregas eingetrocknet und geglüht werden kann; es wird dabei etwas Chlorthorium sublimirt, und ein wenig wird von noch zurückgehaltenem Wasser zersetzt, allein das Meiste hält sich unverändert. Ich benutzte unter andern diese Eigenschaft, um Thorium daraus mit Kalium zu reduciren *). Das Doppelsalz kann krystallisirt erhalten wer-

*) Ein Versuch, auf gleiche Weise ein wasserfreies Chlorkalium-Aluminium zur Reduction zu erhalten, miſsglückte gänzlich, weil nur eine höchst geringe Menge Chloraluminium unzersetzt zurückblieb.

den, obgleich, wegen seiner Leichtlöslichkeit, nur sehr unregelmäſsig.

Bromthorium erhält man durch Auflösung von Thorerdehydrat in Bromwasserstoffsäure. Die Lösung, welche einen Ueberschuſs von Säure enthält, wird dem freiwilligen Verdunsten überlassen, worauf eine zähe gummiähnliche Masse zurückbleibt, welche durch Zersetzung der überschüssigen Säure sich tief braudgelb färbt, und diese Farbe durch einen mehrtägigen directen Sonnenschein, bei +30° C., nicht verlor *). Wenn man ein wenig Bromkalium zusetzt, entsteht ein Doppelsalz und dann verdunstet das Brom sogleich.

Fluorthorium ist unlöslich in Wasser und in Fluorwasserstoffsäure. Man erhält es, wenn man das Hydrat der Erde in dieser Säure auflöst. Verdunstet man die überschüssige Säure, nachdem sie klar geworden, so bleibt fast kein Rückstand. Das Fluorthorium ist ein emailwei-

*) Ich habe versucht, die Ursache dieser Färbung auszumitteln, und gefunden, daſs sie von einer Eigenschaft herrührt, die das Jod im höchsten Grad besitzt, das Brom in geringerem, und das Chlor gar nicht, nämlich von der, höhere Verbindungsgrade als die den Oxyden entsprechende zu geben. Jod giebt sie selbst mit den stärksten Basen, Kalium und Natrium, auch giebt es leichtlösliche, krystallisirende, höhere Jod-Verbindungsgrade mit Calcium und Magnesium u. s. w., welche mit dem Hydrat der Erde sich zu unlöslichen basischen Verbindungen vereinigen. Mit vielem Wasser verdünnt, zersetzen sich diese und scheiden die Erde ab. Brom giebt nur mit schwächeren basischen Metallen, zuerst mit Bromcalcium, diese höhern Verbindungen, die von Wasser zerlegt werden. Kalkhydrat mit Brom in Ueberschuſs behandelt, und dann im Vacuo über trocknem Aetzkali abgedunstet, giebt eine solide zinnoberrothe Masse, welche vom Wasser zersetzt wird, unter Abscheidung eines gelben Pulvers und Bildung einer bleichenden Flüssigkeit, die aber bald alle Farbe verliert, und damit auch ihre Bleichkraft. Die Flüssigkeit enthält dann Bromcalcium und bromsauren Kalk. Auf eine ähnliche Weise erhält man das brandgelbe Bromthorium, eine chemische Verbindung von Brom und neutralem Bromthorium.

ſses schweres Pulver, welches im Glühen nicht zersetzt und vom Kalium sehr unvollständig zerlegt wird.

Fluorthorium-Kalium ist ein in Wasser unlösliches Salz, welches bei Vermischung eines Thorerdesalzes mit Fluorkalium niederfällt. Es zersetzt sich nicht im Glühen, und Kalium reducirt Thorium daraus, aber ganz ohne Feuererscheinung.

Cyaneisen-Thorium bekommt man, wenn man ein Thorerdesalz, welches keine überschüssige Säure enthält, mit einer Lösung von Cyaneisenkalium vermischt. Der geringste Gehalt von Thorerde in einer Flüssigkeit giebt sich hiedurch zu erkennen. Der Niederschlag ist schwer und emailweiſs. Säuren lösen ihn auf, und Alkalien zersetzen ihn unter Abscheidung von Thorerdehydrat. — Von dem rothen Cyaneisenkalium werden die Thorerdesalze nicht getrübt.

β. Sauerstoffsalze.

Schwefelsaure Thorerde. Dieses Salz erhält man, wenn man geglühte Thorerde zu feinem Pulver reibt, und mit einem Gemische von gleichen Theilen Schwefelsäure und Wasser übergieſst und digerirt, bis alles Wasser verdunstet ist, worauf man die überschüssige Schwefelsäure durch gelinde Hitze verjagt. Das zurückbleibende Salz sieht erdartig aus. Uebergieſst man es mit kaltem Wasser, so löst es sich sogleich; wenn aber die Wassermenge so geringe ist, daſs das Salz sich mit ihr erhitzt, so erfordert es eine viel längere Zeit zu seiner Lösung. Die Lösung, bei einer niederen Temperatur dem freiwilligen Verdunsten überlassen, setzt durchsichtige Krystalle ab, und hinterläſst endlich eine sehr saure Mutterlauge, welche fast nur Schwefelsäure enthält, und beim Sättigen mit Ammoniak nur unbedeutend gefällt wird.

Das krystallisirte Salz ist neutrale schwefelsaure Thorerde, angeschossen in rhomboëdrischen Krystallen. Diese bleiben bei gewöhnlicher Temperatur und Feuchtigkeit

der Luft unverändert, allein in sehr trockner und warmer Luft werden sie milchweiſs, ohne zu zerfallen. Sie enthalten 29,4 Proc. Wasser, dessen Sauerstoff das Fünffache von dem der Erde ist; beim Fatisciren verlieren sie drei Fünftel dieses Wassergehaltes. Dieses Salz löst sich, wie die schwefelsaure Yttererde, so langsam in Wasser, daſs es lange darin liegen kann, ohne daſs sich die scharfen Krystallkanten sichtlich abrunden. Gepülvert, löst es sich leichter, und das Wasser nimmt allmälig sehr viel von ihm auf. Uebergieſst man es mit heiſsem Wasser, so verlieren die Krystalle ihre Durchsichtigkeit und werden milchweiſs; und wenn man das Wasser bis zum Sieden erhitzt, so setzen sich rings um die Krystalle weiſse Wolken ab, welche sich beim Erkalten des Wassers nebst den Krystallen auflösen. Wenn eine sehr verdünnte Auflösung des Salzes bis zum Sieden erhitzt wird, so opalisirt die Flüssigkeit; wenn diese sich aber in einem flachen Gefäſse befindet, und man bläst auf sie, so wird sie während des Daraufblasens klar. Diese Erscheinung rührt davon her, daſs das Salz die Eigenschaft besitzt, bei einer etwas höheren Temperatur, welche ich nicht bestimmt habe, weil sie nach der Concentration der Lösung verschieden ist, ein Theil seines Krystallwassers zu verlieren; von den 5 Atomen Wasser behält es nur zwei, und diese neue Verbindung ist höchst schwerlöslich in Wasser, und bleibt so, bis sie wieder die 3 Atome Wasser aufgenommen hat; sie kann daher ohne groſsen Verlust mit Wasser ausgewaschen werden, dessen Temperatur höher ist als die, bei welcher sie aus $\dot{\mathrm{Th}}\dddot{\mathrm{S}}+5\dot{\mathrm{H}}$ in $\dot{\mathrm{Th}}\dddot{\mathrm{S}}+2\dot{\mathrm{H}}$ übergeht.

Wenn man eine Auflösung von schwefelsaurer Thorerde in einer bis 25° C. gehenden Wärme abdunstet, so fängt sie bei einer gewissen Concentration damit an, auf den Boden eine schneeweiſse, fast wollige, sehr voluminöse Masse abzusetzen, welche ein Haufwerk ist von sehr feinen, biegsamen, mikroskopischen Krystallen, be-

stehend aus dem oben erwähnten, durch Kochen fällbaren, Salze, dessen Bildung durch den Ueberschufs der Säure nicht gehindert wird. Es löst sich langsam in kaltem Wasser, besonders wenn die Menge desselben gering ist, und gewöhnlich bleibt dabei eine halbdurchsichtige krystallinische Wolle zurück, welche das Ansehn hat, als wäre sie die Folge einer Zersetzung, sich aber doch endlich ohne Rückstand auflöst. Die schwefelsaure Thorerde ist unlöslich in Alkohol, und wird durch diesen aus ihrer Auflösung in Wasser gefällt. Geschieht die Fällung im Kalten, so bekommt man das Salz mit 5 Atomen Krystallwasser, siedet man aber die weingeistige Flüssigkeit, so erhält man nur das Salz mit 2 At. Wasser.

Der Unterschied zwischen diesen beiden Salzen ist analog mit dem, welchen Mitscherlich bei mehreren krystallisirten Salzen nachgewiesen hat, die bei einer Temperatur einen gewissen Wassergehalt annehmen, bei einer andern aber einen gröfseren oder geringeren.

Die procentische Zusammensetzung dieser Salze ist folgende:

Schwefelsäure	26,260	1 At.	31,90	1 At.
Thorerde	44,273	1 -	53,78	1 -
Wasser	29,467	5 -	14,32	2 -

Ich habe in dem Vorhergehenden angeführt, dafs die Thorerde ein saures wasserfreies Salz zu bilden scheine, welches mich in Ungewifsheit versetzte, ob das durch die Analyse der schwefelsauren Salze erhaltene Resultat über das Atomengewicht der Erde zuverlässig sey.

Ein Gramm durch Kochen gefällter schwefelsaurer Thorerde, an der Luft bei +24° getrocknet, wurde in einem gewogenen Platintiegel mit destillirter Schwefelsäure vermischt, und alsdann über einer Weingeistlampe abgedunstet, bis aller Rauch von fortgehender Säure verschwunden war. Sie wog nun 1,055 Grm. Sie hatte also noch 19,77 Proc. oder etwas mehr als die Hälfte ihres früheren Gehalts an Schwefelsäure aufgenommen.

In einem andern Versuche wurden von 1,192 Grm. auf ähnliche Weise bereiteter schwefelsaurer Thorerde 0,6345 Gramm Erde erhalten, welches nahe mit $\dot{Th}^2 \dddot{S}^3$ übereinstimmt, aber hier hatte sich offenbar neutrales Salz gebildet, welches sehr träge und langsam aufgelöst wird. Bei mehreren andern Versuchen erhielt ich immer veränderliche Resultate, weil der Punkt, wo die Verdunstung der Schwefelsäure aufhört, gar zu unsicher zu treffen ist. Jedenfalls scheinen diese Versuche zu beweisen, dafs es ein wasserfreies saures Salz giebt, welches wahrscheinlich zweimal so viel Säure als das neutrale enthält, und die Eigenschaft besitzt, sich in einigen Augenblicken vollständig in kaltem Wasser zu lösen, und beim Verdunsten, sowohl beim freiwilligen als beim in der Wärme bewirkten, das neutrale Salz zu geben und den Ueberschufs der Säure in der Mutterlauge zurückzulassen.

Um zu bestimmen, ob die Thorerde ein basisches schwefelsaures Salz bilde, und wie dieses zusammengesetzt sey, vermischte ich eine Auflösung von schwefelsaurer Thorerde mit weniger kaustischen Ammoniaks als zum Ausfällen der Erde nöthig war. Der Niederschlag, welcher sich anfangs wieder auflöste, war sehr gelatinös und halb durchscheinend. Beim Auswaschen merkte ich nicht, dafs das Waschwasser nach dem Verdunsten einen Fleck hinterlassen hätte, allein es wurde von Chlorbarium getrübt. Ich nahm nun einen Theil des Niederschlages ab und analysirte ihn. Er gab, auf 100 Th. Thorerde, 68 Th schwefelsauren Baryts. Das Waschen wurde nun einige Stunden lang mit siedendheifsem Wasser fortgesetzt, welches dabei unaufhörlich eine Spur von Schwefelsäure enthielt. Als darauf der Rückstand analysirt wurde, gab er, auf 100 Th. Thorerde, 50 Th. schwefelsauren Baryts. Es scheint hieraus zu folgen, dafs das Waschwasser dieses basische Salz beim Aussüfsen zersetzt, Säure auszieht und Thorerdehydrat zurückläfst.

Schwefelsaures Thorerde-Kali. Wenn man zu einer Auflösung von Thorerde schwefelsaures Kali in fester

Gestalt hinzusetzt, so wird anfangs nichts gefällt, aber allmälig fängt die Flüssigkeit an trübe zu werden, und in dem Maafse als das Salz sich auflöst, setzt sich in der Flüssigkeit und an der Innenseite des Glases ein schneeweifses Krystallmehl ab, welches dieses Doppelsalz ist. Wenn die Lösung des Thorerdesalzes neutral und sehr concentrirt ist, so erhält man auf diese Weise nicht den ganzen Gehalt an Thorerde ausgefällt, weil sich das Salz bald mit einer dünnen Rinde vom Doppelsalz überzieht, welche man zwar durch Umschütteln davon absondern kann, ohne indefs jemals das Salz vollständig ausgefällt zu finden. Diefs war der Fall bei der zuvor beschriebenen Analyse. Wenn man dagegen eine im Sieden gesättigte und noch heifse Lösung von schwefelsaurem Kali anwendet und diese hinzusetzt, so lange sich noch eine Trübung zeigt, so hat man nach dem Erkalten eine ganz von Thorerde befreite Flüssigkeit, selbst wenn sie Säure in Ueberschufs enthält. Dieses Salz ist in einer gesättigten kalten Lösung von schwefelsaurem Kali ganz unlöslich. Es löst sich träge in kaltem Wasser, aber ganz leicht und reichlich in warmem Wasser. Ueberläfst man die Auflösung desselben einer freiwilligen Verdunstung, so schiefst es im klaren farblosen Krystallen an, welche ich einmal in rechtwinklichen vierseitigen Prismen erhalten habe, zusammengewachsen mit den langen Seiten zu einem Kreuz, gebildet von den Endflächen der Prismen; diese Krystalle schienen aber hemitropisch zu seyn und hatten einspringende Winkel, an den nach aufsen gewandten Seiten der Prismen. Gewöhnlich habe ich die Krystalle desselben zu klein erhalten, um ihre Form etwas näher zu bestimmen.

Kocht man die Auflösung dieses Salzes in Wasser in einem Platingefäfse, so überzieht sich nach einer Weile das Metall mit Thorerde, und es fällt ein basisches, in Wasser unlösliches, Salz nieder. Diese Zersetzung geht indefs nur bis zu einem gewissen Punkt, und das Abge-

setzte löst sich sogleich in Säuren. Das Salz ist unlöslich in Alkohol. Es enthält Krystallwasser, welches bei gelinder Erhitzung fortgeht, und die Krystalle milchweifs und undurchsichtig zurückläfst. An der Luft hält es sich unverändert. Es besteht aus:

Schwefelsäure	39,312	$\left.\right\}=\dot{K}\dddot{S}+\dot{T}h\dddot{S}+\dot{H}$.
Kali	23,138	
Thorerde	33,139	
Wasser	4,412	

Ein Doppelsalz von diesen Körpern in einem andern Verhältnisse habe ich nicht hervorbringen können. Wenn man saures schwefelsaures Kali mit Thorerde schmilzt, erhält man auch dieses Salz; allein es löst sich beim Schmelzen nicht in einem Ueberschufs von zugesetztem sauren Salz auf, wie es z. B. der Fall ist mit der Zirkonerde, Tantalsäure, Titansäure u. s. w., sondern bleibt darin ungelöst.

Salpetersaure Thorerde ist leichtlöslich in Wasser und Alkohol. Sie hält sich an der Luft syrupdick und halbflüssig. Ueber Schwefelsäure in einem verschlossenen Raum trocknet sie zu einer krystallinischen Salzmasse ein.

Salpetersaures Thorerde-Kali ist sehr leichtlöslich in Wasser; nach freiwilliger Verdunstung zur Syrupsconsistenz, schiefst es gänzlich zu einer Masse strahliger Krystalle an. Es löst sich in Weingeist.

Phosphorsaure Thorerde ist selbst in einem Ueberschufs von Phosphorsäure unlöslich. Sie fällt in Gestalt eines weifsen flockigen Niederschlags nieder, welcher vor dem Löthrohr schwer schmelzbar ist.

Borsaure Thorerde ist ein weifser flockiger, in einem Ueberschufs von Borsäure unlöslicher, Niederschlag.

Kohlensaure Thorerde wird von kohlensauren Alkalien unter Entwicklung von freier Kohlensäure gefällt; der Niederschlag ist ein basisches Salz, dessen Zusammensetzung ich aber nicht näher untersucht habe. Es ist

unlöslich in einem mit Kohlensäure gesättigten Wasser. Das Hydrat der Erde zieht die Kohlensäure aus der Luft an, und löst sich daher, nach langsamen Trocknen an der Luft, mit Aufbrausen in Säuren, was nicht der Fall ist, wenn sie im Vacuo über Schwefelsäure getrocknet worden ist.

Arseniksaure Thorerde ist unlöslich in Wasser und Arseniksäure. Sie wird, sowohl aus sauren als aus neutralen Salzen, in Form eines weifsen flockigen Niederschlags gefällt.

Chromsaure Thorerde ist ein schön hellgelber flokkiger Niederschlag, welcher von einem Ueberschufs an Chromsäure zu einem sauren Salze gelöst wird.

Molybdänsaure und *wolframsaure Thorerde* werden sowohl aus neutralen als aus sauren Salzen dieser Metallsäuren gefällt. Der Niederschlag ist flockig und weifs.

Oxalsaure Thorerde ist ein weifser, schwerer, in einem Uberschufs von Oxalsäure unlöslicher Niederschlag. In andern freien und verdünnten Säuren ist er höchst unbedeutend löslich. Wenn er auf ein Filtrum gebracht und mit Wasser gewaschen wird, so fängt er bald an milchig durch das Papier zu gehen; durch einen Zusatz von etwas Oxalsäure kann man aber diesem zuvorkommen.

Oxalsaures Thorerde-Kali ist ebenfalls ein weifser, in freier Säure nicht löslicher Niederschlag, und dem vorhergehenden ganz gleich; nur dadurch unterscheidet er sich von ihm, dafs er beim Glühen schwarz wird, und, nach dem Fortbrennen der Kohle mit Wasser übergossen, zu einer weifsen milchigen Masse zerfällt, und dafs die Lösung kohlensaures Kali enthält.

Weinsaure Thorerde. Wenn Thorerdehydrat mit Weinsäure übergossen wird, so löst es sich auf; setzt man so viel hinzu, dafs ein Theil ungelöst bleibt, so ist dieser ein neutrales Salz, weifs, flockig und träglöslich in Ammoniak, das nur einen Theil davon aufnimmt. Die

saure Auflösung schmeckt mehr sauer als zusammenziehend, und giebt nach Verdunstung ein krystallisirendes saures Salz. Es löst sich in Alkohol, mit Hinterlassung von neutralem Salz; aber die alkoholische Lösung enthält noch Thorerde, und scheint also ein noch saureres Salz aufgenommen zu haben. Sowohl das saure weinsaure Salz, als auch andere, mit Weinsäure versetzte, Thorerdesalze werden nicht von kaustischem Ammoniak, das man im Ueberschuſs hinzugesetzt hat, gefällt. Um aus einer solchen Lösung die Thorerde wieder zu erhalten, giebt es keinen anderen recht sichern Weg, als die Flüssigkeit zur Trockne einzukochen, und die Weinsäure durch Glühen zu zerstören.

Weinsaures Thorerde-Kali erhält man, wenn saures weinsaures Kali mit Thorerdehydrat und Wasser digerirt wird. Es ist ein träglösliches, krystallinisches Salz, welches von Alkalien nicht gefällt wird, und nur von Blutlauge opalisirend wird.

Citronensaure Thorerde. Wenn Thorerdehydrat in Citronensäure aufgelöst wird, so bekommt man ein weiſses, flockiges, neutrales Salz ungelöst, und ein saures Salz bleibt in der Flüssigkeit, welche zu einer syrupsdicken Masse eintrocknet, die nicht krystallisirt. Sie schmeckt mehr sauer als zusammenziehend. Das neutrale wie das saure Salz wird leicht vom kaustischen Ammoniak gelöst, ohne Anzeigen von Fällung; und wenn man die Lösung eintrocknet, erhält man von beiden eine durchsichtige gummiartige Masse, welche sich wieder in Wasser löst. Zur Abscheidung der Thorerde muſs man also die Citronensäure, wie die Weinsäure, erst zerstören.

Essigsaure Thorerde. Wenn man noch feuchtes Thorerdehydrat mit Essigsäure, verdünnt mit Wasser, übergieſst, so löst es sich zu einer schleimigen, kleisterartigen, trüben Masse auf, und, wenn man kohlensaure Thorerde mit concentrirter Essigsäure übergieſst, so zerfällt sie, unter Aufbrausen, zu einem Pulver, und es löst

sich sehr wenig in der Säure. Verdunstet man die eine oder die andere dieser Massen bei gelinder Wärme ganz oder nahe zur Trockne, so wird die essigsaure Thorerde unlöslich in Wasser, so dafs man sie auf diese Weise von andern Erden, die, gemeinschaftlich mit einer sehr geringen Spur von Thorerde, als essigsaure Salze gelöst werden, befreien kann. Das essigsaure Salz ist emailweifs und schwer, und geht gerne als eine Milch durch das Filtrum, wenn es nicht mit salmiakhaltigem Wasser gewaschen wird. — Aus neutraler salpetersaurer Thorerde fällt essigsaures Kali nichts, selbst nicht einmal beim Kochen, was die Bildung eines löslichen Doppelsalzes zu beweisen scheint.

Bernsteinsaure Thorerde. Aus neutralen Thorerdesalzen fällt bernsteinsaures Ammoniak einen weifsen flokkigen Niederschlag. Thorerdehydrat, übergossen mit einer Lösung von Bernsteinsäure, verwandelt sich in ein dichteres, emailweifses, neutrales Salz, wie das essigsaure Salz. Ein Ueberschufs von Bernsteinsäure löst nur eine Spur vom neutralen Salze auf.

Ameisensaure Thorerde. Ameisensäure löst Thorerdehydrat auf und das Salz krystallisirt unter freiwilliger Verdunstung der Flüssigkeit und der freien Säure. Das krystallisirte Salz ist schwach löslich in Alkohol. Von siedendem Wasser wird es gelöst, ohne dafs sich die Lösung beim Kochen trübt; aber vom kalten Wasser wird es zersetzt, in dem die Lösung sauer wird und eine gewisse Portion von basischem emailweifsen Salze ungelöst bleibt. Die zu diesem Versuche angewandte Ameisensäure war künstliche, nach der von Döbereiner entdeckten Methode dargestellt.

γ. Schwefelsalze.

Das Thorium scheint, wie es auch mit dem Aluminium der Fall ist, auf nassem Wege keine Schwefelsalze zu geben. Als ich schwefelsaure Thorerde mit reinem arsenikschwefligen Schwefelnatrium fällte, roch die Flüs-

sigkeit nach Schwefelwasserstoff, und als ich den gelben Niederschlag auswusch und sodann mit Salzsäure behandelte, wurde Thorerde ausgezogen, ohne alle Entwicklung von Schwefelwasserstoff. Es scheint hieraus zu folgen, daſs die Schwefelsalze nur ein Gemenge von Thorerdehydrat mit dem elektronegativen Schwefelmetalle fällen.

II. *Versuche mit Zungenpfeifen;*
von Wilhelm Weber.

Im elften Hefte dieser Annalen vom vorigen Jahre habe ich aus einander gesetzt, wie transversal schwingende Platten und longitudinal schwingende Luftsäulen ein Mittel zur Zusammensetzung von Tonwerkzeugen darbieten, deren Töne in ihrer Höhe keine Aenderung erleiden, sie mögen stark oder schwach angeschlagen oder angeblasen werden, und die also, man mag sie nach Belieben anschwellen oder abnehmen lassen, stets rein bleiben, und sich weder herauf noch herunter ziehen.

Es gab bis jetzt noch kein musikalisches Instrument, welches diesen Vorzug vollkommen besessen hätte, und es ist leicht, den Grund zu begreifen, warum dieser Vorzug keinem Tonwerkzeuge, worin jeder einzelne Ton durch einen *isolirt* schwingenden Körper hervorgebracht wird, eigen seyn kann; denn immer findet bei allen einzeln und isolirt schwingenden Körpern ein kleiner Unterschied zwischen der *Dauer* kleinerer Schwingungen, wodurch die schwächeren Töne, und zwischen der *Dauer* gröſserer Schwingungen statt, wodurch die stärkeren Töne entstehen.

Um eine vollkommene Reinheit und Unveränderlichkeit der Töne beim Wachsen und Abnehmen derselben zu erreichen, und das Hinauf- oder Herunterziehen derselben gänzlich zu vermeiden, habe ich nicht einzelne

für sich schwingende Körper, wie Saiten, Luftsäulen und Stäbe, gebraucht, sondern zur Hervorbringung jedes einzelnen Tones eine Vereinigung von zwei solchen schwingungsfähigen Körpern angewendet, welche von der Ursache, die das Wachsen oder Abnehmen des Tones hervorbringt, einen entgegengesetzten Einfluſs erleiden, indem, wenn jene Ursache den Ton des einen von beiden Körpern zu erhöhen strebt, sie den des zweiten erniedrigt. Weil nun beide Körper so unter einander verbunden sind, daſs sie nur gemeinschaftlich *einen* Ton hervorbringen können, so kann derselbe beim Anschwellen oder Abnehmen gar keine Höhenänderung erleiden, denn er würde durch die Wirkung auf den einen Körper um eben so viel höher, als durch die auf den andern Körper tiefer werden müssen.

Diese beiden Körper sind eine schwingende Platte und eine schwingende Luftsäule, zwischen welchen *bestimmte* Relationen ihrer elastischen Kräfte und Dimensionen statt finden müssen; denn finden zwischen ihnen diese *bestimmten Relationen* nicht statt, so wird ihr gemeinschaftlicher Ton durch die Wirkung auf den einen Körper um mehr oder weniger höher, als er durch die Wirkung auf den andern Körper tiefer wird, und der Ton erleidet bei jeder Verstärkung oder Schwächung eine Höhenänderung, sie sey so gering sie wolle.

Dieses hat man bei den Zungenwerken unserer Orgeln zu beobachten Gelegenheit. Denn wiewohl diese, wegen ihrer Zusammensetzung aus Platten und Luftsäulen *compensirbar* sind; so ist man doch bis jetzt nicht auf die Idee einer solchen Compensation gekommen, und noch viel weniger hat man durch einen Zufall diejenigen Relationen derselben gefunden, bei welchen eine Compensation statt gefunden haben würde; und es leiden daher alle diese Zungenwerke unserer Orgeln an dem Fehler kleiner Höhenänderungen beim starken Anschwellen oder Abnehmen ihres Tones.

Eine

Eine Arbeit, welche darauf hinzweckt, Regeln für
e Aufstellung einer Orgel mit compensirten Pfeifen zu
eben, zerfällt in eine doppelte Abtheilung.

Zuerst müssen nämlich überhaupt die Gesetze klar
ntwickelt werden, nach welchen jene aus den zwei er-
ähnten Körpern bestehenden Zungenpfeifen tönen, sie
ögen nun die richtigen Relationen zu einander haben,
der nicht, und folglich compensirt seyn, oder nicht.
enn bis jetzt waren diese Gesetze unbekannt, und man
ar nicht einmal im Stande, Regeln für die Mensur die-
er Pfeifen zu geben, selbst wenn man keine Compen-
ution der Zungenpfeifen forderte.

Dann mufs man zu diesen Regeln für die Mensur
er Zungenpfeifen noch die besondern Regeln hinzufü-
en, nach welchen man die nach jener Mensur gefertig-
en Zungenpfeifen zugleich compensiren kann.

In der hier folgenden Darstellung habe ich die er-
ere Aufgabe zu lösen gesucht, und werde auf die zweite
äter in einer zukünftigen Fortsetzung dieser Abhand-
ing zurückkommen.

Bei der Bestimmung der Mensuren dieser Classe von
ungenpfeifen im Allgemeinen, wo wir auf keine Com-
ensation Rücksicht nehmen, oder, wie man in der Theo-
e sich ausdrückt, nur kleine Schwingungen betrachten
ollen, haben wir dreierlei zu berücksichtigen, nämlich
ie Dimensionen der Platte, die Dimensionen der Luft-
iule und den Ton der aus beiden zusammengesetzten
ungenpfeife.

Ich will zu bestimmen suchen, wie der Ton der
ungenpfeife von den Dimensionen ihrer Bestandtheile,
ämlich der Platte und Luftsäule abhänge, und wie man
nen aus diesen vorausbestimmen könne.

Um nun dazu zu gelangen, dafs ich den Ton unse-
er Zungenpfeife aus den Dimensionen ihrer Bestandtheile
oraussagen könne, darf ich

zuerst als bekannt betrachten, wie man aus den Di-

mensionen der Platte und Luftsäule zunächst diejenigen Schwingungen berechne, welche sie *isolirt* machen; denn wir haben die Theorie *isolirt* schwingender Platten und Luftsäulen, und hinreichende Bestätigung derselben durch die Erfahrung.

Es ist nämlich bekannt, dafs eine zweimal dickere Platte zweimal mehr Schwingungen in einer Secunde macht, aber dafs die Zahl der Schwingungen einer Platte in einer bestimmten Zeit ihrer Dicke proportional ist. Ferner, dafs die Zahl der Schwingungen einer Platte in einer bestimmten Zeit dem Quadrate ihrer Länge umgekehrt proportional ist.

Eben so wissen wir, dafs eine enge offene Labialpfeife, die ihren Grundton giebt, in einer Secunde so viel Schwingungen macht als ihre Länge in dem Raume, den die Schallwelle in einer Secunde durchläuft, enthalten ist. Ferner, dafs eine enge gedeckte Labialpfeife in einer Secunde halb so viel Schwingungen macht.

Auf diese Weise lassen sich also die Schwingungen der *isolirten* Platte und Luftsäule einer Zungenpfeife aus deren Dimensionen leicht berechnen. Ich werde aber von diesen Angaben der Theorie nicht einmal nöthig haben, immer Gebrauch zu machen, da ich die Schwingungen der *isolirten* Platte unmittelbar auf dem Wege der Erfahrung bestimmen kann, wenn ich die Platte von der Zungenpfeife absondere, sie in einen Schraubstock einklemme, und, so *isolirt*, mit einem Violinbogen streiche und mit dem Monochorde ihre Schwingungen zähle.

Nachdem ich so die Schwingungen der *isolirten* Bestandtheile durch Erfahrung oder Theorie in jedem Falle ausmitteln kann, will ich

zweitens versuchen, die Schwingungen der Bestandtheile in ihrer Verbindung, wo sie eine Zungenpfeife bilden, beim Tönen der Zungenpfeife auszumitteln.

So wie die Schwingungen der *isolirten* Bestandtheile aus *ihren Dimensionen*, so lassen sich die *wirklichen*

Schwingungen der Bestandtheile einer Zungenpfeife aus *deren Tone* herleiten.

Um diese *wirklichen* Schwingungen der Platte und Luftsäule beim Tönen der Pfeife in jedem Falle finden zu können, will ich zuerst nachweisen, *dafs* die Schwingungen der *Platte*, und *wie* dieselben aus dem Tone der Zungenpfeife, und alsdann, *dafs* die Schwingungen der *Luftsäule*, und *wie* dieselben gleichfalls aus dem Tone der Zungenpfeife gefolgert werden können.

Die Entstehungsart des Tones in Zungenpfeifen soll uns nämlich zeigen, wie und mit welchem Rechte man die Schwingungen der *Platte* beim Tönen der Pfeife aus dem Tone der *Zungenpfeife* folgern könne.

Die *Abweichungen der Töne der Zungenpfeife vom Tone ihrer isolirt schwingenden Platte* soll uns lehren, wie und mit welchem Rechte man aus dem Tone der *Zungenpfeife* auf die Schwingungen der *Luftsäule* beim Tönen der Pfeife schliefse könne.

I. Entstehung des Tones in Zungenpfeifen.

Der *volle* und *starke* Ton, welcher durch Zungenpfeifen hervorgebracht wird, ist weder, wie bei den Stimmgabeln, die unmittelbare Folge der Schwingungen der Platte, noch ist er, wie bei den Labialpfeifen, die unmittelbare Folge der Schwingungen der Luftsäule (worüber viel gestritten worden ist), sondern dieser Ton ist die unmittelbare Wirkung eines Luftstroms, der Fig. 1. u. 2. Taf. VI. aus der Windlade *abc*, durch die Röhre *de* der Zungenpfeife geht, und dann ruckweise auf die äufsere Luft trifft und sie erschüttert, indem ihm von der schwingenden Platte *g*, wie von einer *Klappe*, der Weg bei jeder Schwingung abwechselnd versperrt und geöffnet wird.

So oft die schwingende Platte *g* die Communication zwischen der in der Windlade eingeschlossenen und der äufsern Luft öffnet, eben so oft strömt die in der Windlade verdichtete Luft durch die Oeffnung *a* und die Röhre

de aus, und erschüttert die äufsere Luft, und jede dieser Erschütterungen pflanzt sich darauf durch die äufsere Luft als Schallwelle bis zum Trommelfell unseres Ohres nach den bekannten Bewegungsgesetzen der Luft fort.

Wie oft daher die Platte *g* eine Hin- und Herschwingung vollendet, so oft findet eine Erschütterung oder ein Stofs der in in der Windlade verdichteten Luft auf die äufsere statt, eben so oft geht eine Schallwelle von unserm Instrumente aus. Diese Schallwellen, welche sich durch die äufsere Luft fortpflanzen, und endlich an unser Trommelfell anschlagen, folgen demnach eine der andern in denselben Zeiträumen, in welchen die Schwingungen der Platte *g* auf einander folgen.

Nicht also die schwingende *Platte g* selbst giebt den Ton und erregt die Schallwellen, sondern die *Luft;* nicht aber die *schwingende* Luft in der *Röhre* der Zungenpfeife, sondern der periodisch gehemmte, aus der Windlade *stofsweise* hervordrängende Luftstrom. Die *Platte* aber *regulirt* die Stöfse der aus der Windlade hervordringenden Luft, bestimmt die Zeiträume, welche von Stofs zu Stofs verfliefsen; und die Dauer der durch diese Stöfse in der äufsern Luft hervorgebrachten Schallwellen wird so der Dauer der Plattenschwingungen *gleich* gemacht. Demnach ist:

1) der volle und starke Ton der Zungenpfeife die unmittelbare Folge von *Luftstöfsen;*

2) die *Zahl* der Luftstöfse in einem bestimmten Zeitraume, z. B. in einer Secunde, die unmittelbare Folge der Schwingungen der *Platte g;*

3) die *Zahl* der Schwingungen der Platte *g* in einem bestimmten Zeitraume, z. B. in einer Secunde, die unmittelbare Folge eben sowohl ihrer *eigenthümlichen* Elasticität, als auch des abwechselnd zu- und abnehmenden, auf sie wirkenden *Drucks* der benachbarten, in der Röhre *de* schwingenden Luft.

In diesen drei Punkten ist die wahre naturgemäfse

Vorstellung von dem *Ineinandergreifen* und *Aufeinanderwirken* der schwingenden Luftsäule *de* auf die schwingende Platte *g*, und der schwingenden Platte *g* auf den aus der Windlade *abc* hervordringenden Luftstrom enthalten, und aus dieser Vorstellung des Hergangs lassen sich die Tongesetze der Zungenpfeife und die Schwingungsgesetze ihrer Bestandtheile, der Platte *g* und der Luftsäule *de* in ihrer Verbindung, herleiten.

Diese Vorstellung des Hergangs in Zungenpfeifen will ich daher vor Allem noch durch Versuche zu begründen mich bestreben.

Zur experimentellen Begründung dieser Vorstellung vom Hergange in Zungenpfeifen, nämlich von dieser wechselseitigen Einwirkung der schwingenden Luftsäule *de*, der schwingenden Platte *g* und des aus der Windlade *bc* hervordringenden Luftstroms führe ich zweierlei an.

1) Würde der Ton in der Zungenpfeife nicht durch den periodisch gehemmten, aus der Windlade *stoſsweise* hervordringenden Luftstrom, sondern entweder von den Schwingungen der *Luftsäule* oder von dem *vereinten* Schwingen der Platte und der Luftsäule hervorgebracht, so würde der Ton mit den Schwingungen der *Luftsäule* oder mit dem *vereinten* Schwingen der Platte und der Luftsäule bestehen und vergehen.

Ich habe aber die Luftsäule ganz *weggenommen*, und von der Röhre, welche vorher die Luftsäule einschloſs, nur den Rahmen, welcher die Platte zunächst umgiebt, übrig gelassen. Ich habe diesen Rahmen rings an seinen Rändern mit den Lippen umschlossen, und dann geblasen.

Hierdurch wurde unser vorher aus einer schwingenden Platte und aus einer schwingenden Luftsäule zusammengesetztes Instrument in eine sogenannte *Mundharmonika* verwandelt, von der Art, wie sie bei uns in den letzten Jahren im Handel vorgekommen sind, die im wesentlichen sich nicht von dem gröſsern, bisweilen sehr

vollkommen ausgeführten Tasteninstrumente, der *Aeoline* oder dem *Aeolodikon*, unterscheiden.

Unter diesen Umständen entstand ein Ton, der seiner Höhe nach *fast* derselbe, seinem Klange (*timbre*) nach aber *völlig* derselbe war, als wenn eine kurze Luftsäule mitgeschwungen hätte.

Da also die Höhe des Tons unseres Instruments weder durch die Aufhebung der *vereinten* Schwingung der Platte und der Luftsäule, noch durch die gänzliche Wegnahme der schwingenden Luftsäule verschwand; so folgt, dafs der volle und starke Ton der Zungenpfeife entweder von der *Platte*, oder von dem periodisch gehemmten, aus der Windlade *stofsweise* hervordringenden *Luftstrom* hervorgebracht wurde.

2) Aber der volle und starke Ton unsres Instruments kann auch nicht von der schwingenden Platte hervorgebracht worden seyn; denn in diesem Falle würde es nicht nöthig gewesen seyn, den Ton der Platte durch einen vorbeistreichenden Luftstrom zu erregen, sondern sie würde einen hinsichtlich der Höhe und des Klanges (*timbre*) ganz gleichen Ton gegeben haben, wenn sie, ohne in ihrer Lage und Verbindung geändert zu werden, auf irgend eine andere Weise in Schwingung gesetzt worden wäre, was aber nicht der Fall war.

Denn ich habe die Platte, während sie mit den übrigen Theilen des Instruments verbunden blieb, durch Streichen mit dem Violinbogen in die heftigste Schwingung gesetzt, ohne im Stande zu seyn, einen mit jenem vollen und starken, irgend vergleichbaren Ton hervorzubringen; vielmehr war der Ton der nämliche, als wenn ich dieselbe Platte aus der Zungenpfeife herausnahm, in einen Schraubstock einklemmte, und dann durch Streichen mit dem Violinbogen in Schwingung brachte. Der Klang (*timbre*) dieses Tones ist aber schwach, nur ganz nahe hörbar, weit weniger voll und weniger stark, als der Ton unsres Instruments, wenn es geblasen wurde.

Selbst wenn die Luftsäule bei dieser Erregungsart solche *Dimensionen* hatte, dafs dieselbe, wie aus Savart's Versuchen bekannt ist, durch das gleich schnelle und *isochrone* Schwingen der vor ihr befindlichen Platte gleichfalls in *mittönende* Schwingungen gerathen konnte, so entstand doch kein Ton von der Höhe und dem Klange (*timbre*), welcher entstand, wenn die in der Windlade *bc* eingeschlossene, verdichtete Luft in gleich schnell auf einander folgenden Zeiträumen *Stöfse* ertheilen konnte.

Wenn der Ton der Zungenpfeife, in der Stärke, Höhe und in dem Klange, wie wir ihn wahrnehmen, weder von den Schwingungen der Luftsäule, noch von der vereinigten Schwingung der Luftsäule und der Platte, noch endlich von den Schwingungen der Platte allein hervorgebracht wird; so sind es keine *Schwingungen*, welche die tonerregenden Stöfse der äufseren Luft ertheilen, denn aufser den Schwingungen der Platte und Luftsäule sind keine andern in der Zungenpfeife vorhanden. Da aber aufser der Platte, der Luftsäule und aufser dem *Luftstrome* kein Theil der Zungenpfeife sich überhaupt auch nicht in *Bewegung* befindet; so ist der *letzte*, nämlich der periodisch gehemmte, aus der Windlade stofsweise hervordringende *Luftstrom*, der einzige vorhandene Körper, der der äufseren Luft die tonerregenden Stöfse ertheilen kann.

Weil aber dieser Luftstrom aus der Windlade gerade so oft, als die Platte schwingt, hervordringt, so haben wir ein Mittel gefunden, aus dem *Tone der Zungenpfeife* auf die Zahl der Schwingungen zu schliefsen, welche die *Platte* in einer Secunde beim Tönen der Zungenpfeife macht.

Es bleibt noch zu finden übrig, wie man aus dem *Tone der Zungenpfeife* auch auf das Verhalten der *Luftsäule* (ob sie schwingt und wie sie schwingt), während des Tönens der Zungenpfeife schliefsen könne.

Um das Verhalten der Luftsäule beim Tönen der

Zungenpfeife kennen zu lernen, mufs man die *Abweichungen* näher betrachten, welche die Luftsäule in den Schwingungen der Platte beim Tönen der Zungenpfeife verursacht, und diese Abweichungen habe ich daher durch Versuche auszumitteln und zu messen versucht.

Ich spannte nämlich die Platte in einen Schraubstock ein, und strich sie mit dem Violinbogen. Auf diese Weise konnte kein benachbarter Körper mitschwingen, und ich konnte durch das Monochord die Schwingungen der *isolirten Platte* finden.

Mit demselben Monochorde bestimmte ich darauf auch die Töne der *Zungenpfeifen*, die aus derselben Platte mit verschieden langen Luftsäulen zusammengesetzt wurden.

Die verschiedenen Resultate, welche ich für die *isolirte Platte* und für die *Zungenpfeifen* erhielt, gaben die *Abweichungen*, welche die Luftsäule in den Schwingungen der Platte verursachte.

II. Abweichungen der Töne der Zungenpfeifen von den Tönen ihrer isolirtschwingenden Platten.

Man könnte zweifeln, ob die Luft in der Röhre einer Zungenpfeife wirklich beim Tönen der Zungenpfeife in eine *Schwingung* gerathe, und ob nicht vielmehr die Luft in der Röhre auf die schwingende Platte blofs dadurch einigen Einflufs ausübe, und den Ton der Pfeife etwas ändere, weil sie *nicht* frei nach allen Seiten hin *ausweichen* kann.

Unsere Versuche über die *Abweichungen*, welche verschieden lange Luftsäulen in den Schwingungen der Platte einer Zungenpfeife verursachen, werden nachweisen, dafs die Luftsäule auf die Platte nicht blofs als ein *gleichförmig* widerstehendes Mittel wirkt, sondern, dafs sie auf die Platte einen sehr *variabeln* Druck ausüben, dafs sie nämlich, gleich wie die Platte, in eine *stehende*

Schwingung geräth, und zwar in eine mit der Platte stets *synchronische* Schwingung.

a sey der vierte Theil der Länge einer an beiden Enden offnen Röhre, deren Luftsäule, wenn sie schwingt, denselben Ton als die Platte der Zungenpfeife giebt. Je tiefer oder höher daher der Ton der Platte ist, desto länger oder kürzer ist *a*.

1) Setzt man an die Zungenpfeife eine kurze Luftsäule, und verlängert sie stufenweise, bis sie die Länge von *a* hat, so wird der Ton dabei kaum merklich tiefer als der Ton war, den die Platte hatte, als sie, noch ohne mit einer Luftsäule in Verbindung zu seyn, schwang.

2) Während die Länge der Luftsäule stufenweise von *a* bis 2*a* zunimmt, wird der Ton der Zungenpfeife merklich tiefer als der Ton der *isolirt* schwingenden Platte; indessen wächst die Dauer der Schwingungen *langsamer* als die Länge der Luftsäule.

3) Während die Länge der Luftsäule stufenweise von 2*a* bis 3*a* zunimmt, weicht der Ton schnell vom Tone der allein schwingenden Platte ab, und die Dauer der Schwingungen wächst *fast* eben so schnell als die Länge der Luftsäule.

4) Während die Länge der Luftsäule stufenweise von 3*a* bis 4*a* zunimmt, wird der Ton noch schneller tief, bis er zuletzt genau eine ganze *Octave* tiefer als der Ton der Platte *allein* ist; die Dauer der Schwingungen wächst dabei vollkommen *gleich* schnell als die Länge der Luftsäule.

Durch allmähliges Wachsen der Luftsäule, während die Platte der Zungenpfeife unverändert blieb, ist mit einem Worte der Ton nach und nach eine ganze *Octave* vertieft worden, und zwar in der ersten Hälfte der Verlängerung nur sehr wenig, in der zweiten Hälfte der Verlängerung aber sehr beträchtlich; denn es nahm in dieser zweiten Hälfte die Dauer der Schwingungen *fast* gleich schnell als die Länge der Luftsäule zu.

Hiermit schliefst gewöhnlich die Reihe von Töne die man durch die stufenweise Verlängerung der an di Zungenpfeife angesetzten Röhre hervorbringen kann. B fortgesetzter Verlängerung derselben wird der Ton nic nur nicht tiefer, sondern er springt plötzlich auf den h hen Ton zurück; welchen die isolirte Platte der Zu genpfeife giebt, und dieser hohe Ton wird nur, wen die Röhre abermals mehr und mehr verlängert wird, a eine ähnliche Weise allmählig tiefer, als diefs vorher d Fall war. Denn

5) während die Länge der Luftsäule von 4*a* bis 5 verlängert wird, verändert sich der Ton kaum merklic

6) Während die Länge der Luftsäule von 5*a* 6*a* verlängert wird, ist der Ton merklich tiefer, als d Ton der isolirt schwingenden Platte; indessen wächst Dauer der Schwingungen merklich *langsamer* als Länge der Luftsäule.

7) Während die Länge der Luftsäule von 6*a* 7*a* zunimmt, weicht der Ton schnell vom Tone der *is lirt* schwingenden Platte ab, und die Dauer der Schw gungen wächst *fast* eben so schnell als die Länge Luftsäule.

8) Während die Länge der Luftsäule von 7*a* 8*a* wächst, wird der Ton noch schneller tief, bis er letzt eine *Quarte* tiefer als der Ton der isolirten Pla ist. Die Dauer der Schwingungen wächst dabei vollko men *gleich* schnell als die Länge der Luftsäule.

Durch allmähliges Wachsen der Luftsäule von bis 8*a* ist also der Ton nach und nach eine ganze *Qua* tiefer geworden, als der Ton der *isolirt* schwingend Platte, und zwar in der ersten Hälfte der Verlängeru nur sehr wenig; in der zweiten Hälfte der Verlängeru aber nahm die Dauer der Schwingungen, welche den T hervorbrachte, fast in demselben Verhältnisse als die Län der Luftsäule zu.

Hiermit schliefst gewöhnlich diese Reihe von Tön

und bei fortgesetzter Verlängerung der Luftsäule wird der Ton nicht nur nicht tiefer, sondern er springt plötzlich auf den hohen Ton zurück, welchen die isolirte Platte der Zungenpfeife giebt, und dieser hohe Ton wird dann, wenn die Röhre abermals verlängert wird, auf eine ähnliche Weise allmählig tiefer, als es vorher der Fall war. Denn

9) während die Länge der Luftsäule von 8*a* bis 9*a* verlängert wird, verändert sich der Ton kaum merklich.

10) Während die Luftsäule von 9*a* bis 10*a* verlängert wird, ist der Ton merklich tiefer als der Ton der *isolirt* schwingenden Platte; indessen wächst die Dauer der Schwingungen merklich *langsamer* als die Länge der Luftsäule.

11) Während die Länge der Luftsäule von 10*a* bis 11*a* wächst, weicht der Ton schnell von dem Tone der *isolirt* schwingenden Platte ab, und die Dauer der Schwingungen wächst fast eben so schnell, als die Länge der Luftsäule.

12) Während die Länge der Luftsäule von 11*a* bis 12*a* wächst, wird der Ton noch schneller tief, bis er zuletzt eine *kleine Terz* tiefer als der Ton der isolirten Platte ist. Die Dauer der Schwingungen wächst dabei vollkommen *gleich* schnell, als die Länge der Luftsäule.

Durch allmähliges Wachsen der Luftsäule von 8*a* bis 12*a* ist also der Ton nach und nach eine *kleine Terz* tiefer geworden, als der Ton der *isolirt* schwingenden Platte, und zwar in der ersten Hälfte der Verlängerung nur sehr wenig, in der zweiten Hälfte der Verlängerung aber nahm die Dauer der Schwingungen, welche den Ton hervorbrachten, fast in demselben Verhältnisse als die Länge der Luftsäule zu.

Hiermit schliefst gewöhnlich diese Reihe von Tönen, und bei fortgesetzter Verlängerung der Luftsäule wird der Ton nicht nur nicht tiefer, sondern er springt plötzlich auf den hohen Ton zurück, welchen die isolirte

Platte der Zungenpfeife giebt, und dieser hohe Ton wird nun, wenn die Röhre abermals verlängert wird, auf eine ähnliche Weise allmählig tiefer, als es vorher der Fall war.

Das Gesetz, nach welchem die Veränderung der Tonhöhe bei der weiteren Verlängerung der mit der Zungenpfeife verbundenen Luftsäule und bei constant bleibender Platte geschieht, leuchtet von selbst ein; denn man sieht, dafs der Ton jedesmal, nachdem die Luftsäule um $4a$ verlängert worden ist, auf den Ton, den die Platte der Zungenpfeife giebt, zurückspringt, und dafs er, da er vor dem ersten Sprunge um eine *Octave*, vor dem zweiten Sprunge um eine *Quarte*, und vor dem dritten Sprunge um eine *kleine Terz* vertieft wurde, wobei die Schwingungen sich wie

1:2
3:4
5:6

verhielten, er vor den folgendeu Sprüngen so vertieft werden würde, dafs sich die Schwingungen wie

7:8
9:10
11:12 u. s. w.

verhalten würden, was ich auch noch für diese drei Fälle durch Versuche bestätigt habe.

Zum Beweise dieser Gesetze und zu ihrer Erläuterung stelle ich in folgender Tabelle eine Reihe von mir gemachter Versuche zusammen.
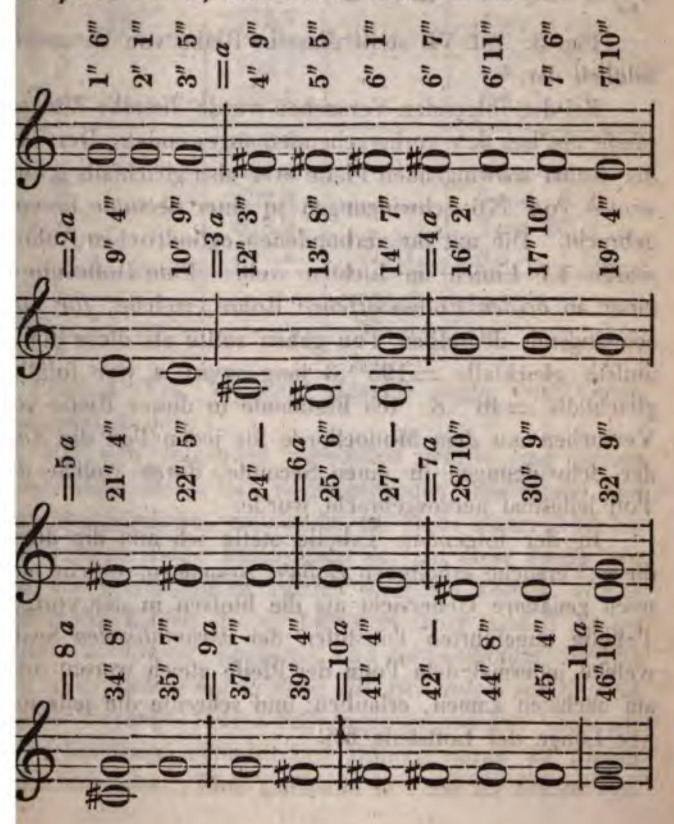
Die Platte der zu diesen Versuchen angewandten Zungenpfeife war von Messing, $12^{\text{lin.}},6$ lang, $0^{\text{lin.}},22$ dick, und $2^{\text{lin.}},5$ breit, und machte 776 Schwingungen in einer Secunde. Die mit ihr verbundenen cylindrischen Röhren waren alle $5^{\text{lin.}},5$ im Lichten weit. Diese Röhre war beim ersten Versuche am längsten, und wurde stückweise abgeschnitten, und nach jeder Verkürzung der Ton der Zungenpfeife mit Hülfe des Monochords untersucht.

Eine an beiden Enden offene Luftsäule, die *allein*

nselben Ton als diese Platte gab, war 195$^{\text{lin.}}$,3 lang. war folglich dem vierten Theile hiervon gleich:

$$a = 48^{\text{lin.}},8.$$

Ich stelle die Töne, welche diese Zungenpfeife bei nstanter Platte und bei allmähliger Verlängerung der ıftsäule gab, der Reihe nach in folgender Tabelle zummen, drücke diese Töne durch die gewöhnlichen *mukalischen* Zeichen aus, schreibe bei jedem die jedesmage *Länge* der Luftsäule bei, mache einen *Querstrich*, enn die Länge der Luftsäule eine Zunahme $= a$ erhaln hat, und bemerke bei diesem Querschnitt das gröfste *Iultiplum* von a, welches die Luftsäule enthält.
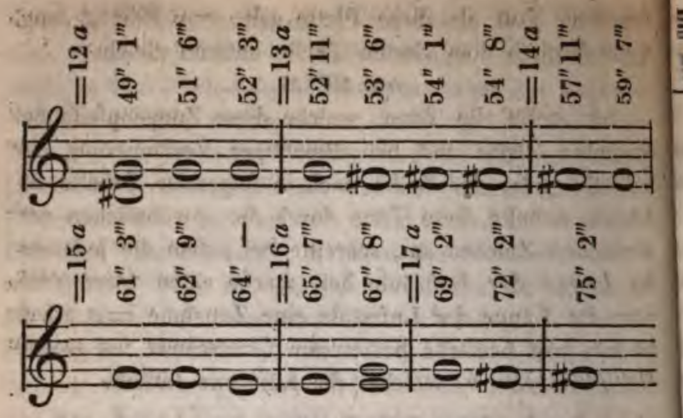




Fig. 3. Taf. VI. stellt dieselbe Reihe von Versuchen bildlich dar.

Bei den folgenden Versuchen wurde dieselbe Zungenpfeife als bei den vorhergehenden angewendet. Der Ton der isolirt schwingenden Platte war also gleichfalls $\bar{g}$, und wurde von 776 Schwingungen in einer Secunde hervorgebracht. Die mit ihr verbundenen cylindrischen Röhren waren 4,7 Linien im Lichten weit. Eine Luftsäule in einer an *beiden* Enden *offenen* Röhre, welche, *für sich* schwingend, denselben Ton geben sollte als diese Platte, mufste gleichfalls $=195^{\text{lin.}},3$ lang seyn; *a* war folglich gleichfalls $=48^{\text{lin.}},8$. Ich bestimmte in dieser Reihe von Versuchen mit dem Monochorde für jeden Ton die *Zahl* der Schwingungen in einer Secunde, durch welche der Ton jedesmal hervorgebracht wurde.

In der folgenden Tabelle stelle ich nun die durch diese Versuche erhaltenen *Zahlen* zusammen, welche eine noch genauere Uebersicht als die blofsen in der vorigen Tabelle angeführten Tonstufen der *chromatischen* Scale, welche jedesmal dem Tone der Pfeife gleich waren, oder am nächsten kamen, erlauben, und schreibe die jedesmalige Länge der Luftsäule bei.

von 0 bis 2a	776,1			½a
	760,5			a
	721,9			2a
von 2a bis 4a	681,5			2a+ 5''',8
	670,5			2a+12 ,0
	663,8			2a+18 ,5
	624,2			2a+25 ,4
	594,7			2a+32 ,7
	552,8			2a+41 ,2
	518,5			3a+
	481,1			3a+ 8 ,6
	462,9			3a+17 ,9
	442,7			3a+27 ,6
	416,4	778,1		3a+38 ,0
	386,7	775,7		4a
von 4a bis 6a		756,7		5a
		730,4		6a
von 6a bis 8a		700,0		6a+17''',5
		679,4		6a+36 ,0
		638,3		7a+ 6 ,6
		618,2		7a+27 ,4
		567,1	774,1	8a
von 8a bis 10a			760,6	9a
			738,6	10a

Fig. 4. Taf. VI. stellt dieselbe Reihe von Versuchen bildlich dar.

Bei den folgenden Versuchen wurde eine andere Zungenpfeife als in den vorhergehenden angewendet, und zwar die nämliche, welche im 11. Hefte dieser Annalen vom vorigen Jahre beschrieben ist. In diese Pfeife, wo man mit verschiedenen Platten wechseln konnte, wurde eine 0,337 Linien dicke, 14lin.,058 lange und 3 Linien breite *Eisenplatte* eingesetzt und festgeschraubt, welche nach einer besondern Prüfung *für sich allein* schwingend in jeder Secunde 1140,3 Schwingungen machte. Die mit ihr verbundenen cylindrischen Röhren waren 4⅓ Linien im Lichten weit. Eine Luftsäule in einer an *beiden* En-

den *offenen* Röhre, welche *für sich* schwingend denselben Ton geben sollte, mufste $132^{\text{lin.}},94$ lang seyn; *a* war folglich $=33^{\text{lin.}},235$.

Ich bestimmte mit den bekannten Hülfsmitteln für jeden Ton die *Zahl* der Schwingungen in einer Secunde, durch welche der Ton jedesmal hervorgebracht wurde. In der folgenden Tabelle stelle ich die durch diese Versuche erhaltenen *Zahlen* zusammen und schreibe die jedesmalige *Länge* der Luftsäule bei. Es zeigte sich, wie zu erwarten war, ein Unterschied des Tons bei *schwachem* und *starkem* Blasen, und ich habe diesen Unterschied in der Tabelle mit angemerkt, indem ich die beim starken Blasen ausgemittelte Schwingungszahl unter die beim schwachen Blasen ausgemittelte zugefügt habe.

von *a* bis 2*a*	1146,7		$a+4''',71$
	1127,7		
	1122,2		$a+16,71$
	1097,7		
	1059,2		$a+28,71$
	1048,3		
von 2*a* bis 3*a*	945,2		$2a+7''',48$
	940,6		
	856,4		$2a+19,48$
	856,4		
	745,0		$2a+31,48$
von 3*a* bis 4*a*	676,0		$3a+10''',25$
	608,0		$3a+22,25$
	583,2		$3a+28,25$
von 4*a* bis 5*a*		1158,1	$4a+4,0$
		1143,9	

Fig. 5. Taf. VI. stellt dieselbe Reihe von Versuchen bildlich dar.

III. Folgerungen aus den gefundenen Erfahrungsgesetzen.

Ich habe mich bisher bestrebt, die Gesetze solcher Instrumente, welche aus schwingenden Platten und aus schwingenden Luftsäulen zusammengesetzt sind, und in ihrem Zusammenhange ganz allein nach Anleitung der Erfahrung aufzufinden und zu entwickeln, so daſs sie auch weiter nichts als der wörtliche Ausdruck meiner Versuche sind. Die Musikverständigen und Instrumentenbauer, denen ich bisher diese Tongesetze für diese wichtigste Classe von Orgelpfeifen mitgetheilt habe, haben sie vollkommen befriedigend gefunden.

Wenn es zu irgend einem praktischen Zwecke nöthig werden sollte, würde es mir leicht seyn, alle in dieser Abhandlung mitgetheilten, und überhaupt alle von mir mit diesen Tonwerkzeugen angestellten Versuche durch *empirische Interpolationsformeln* zusammenzufassen, welche sich dann innerhalb der Grenzen, innerhalb welcher die Versuche selbst angestellt worden sind, auf gleiche Weise zu allen Anwendungen gebrauchen lassen würden, als hätte man die *wahren* Gesetze der Natur selbst aufgefunden.

Statt aber diese Interpolationsformeln zu entwickeln, würde es gröſsere Vortheile haben, aus der wahren und naturgemäſsen Vorstellung der Tonerregung und des ganzen Hergangs in unserer aus Platte und Luftsäule zusammengesetzten Vorrichtung, wie wir sie oben kennen gelernt haben, die *wahre Theorie* aller dabei entstehenden und fortdauernden Bewegungen und Schwingungen aufzustellen, und alle für Physik und Praxis nützlichen Gesetze aus ihr herzuleiten; man sieht aber, daſs zu dieser theoretischen Herleitung der *wahren* Schwingungsgesetze eine besondere, der vorliegenden *Experimentaluntersuchung* fremde Untersuchung nöthig seyn würde.

Ich beschlieſse daher diese Abhandlung bloſs mit

einigen Folgerungen, die sich *unmittelbar* aus den gefundenen Erfahrungsgesetzen ergeben.

1) Betrachten wir die *periodische Wiederkehr* der Erscheinungen näher, welche wir bei Zungenpfeifen gefunden haben, indem die Zungenpfeife bei jeder Verlängerung der Luftsäule um $4a$, oder um ein Stück, welches frei und isolirt schwingend in gleichen Zeiten gleich viel Schwingungen als die isolirt schwingende Platte macht, wieder denselben Ton, nämlich den Ton der Platte gab.

Eine ähnliche periodische Wiederkehr der Erscheinungen zeigt sich auch bei allmähliger Verlängerung einer bloſsen *Luftsäule* oder einfachen *Labialpfeife*, und rührt daher, daſs mit jeder neuen Periode oder Wiederkehr desselben Tones die Zahl der Schwingungsknoten der Luftsäule um 1 zunimmt.

Durch diese Wiederkehr der Erscheinungen nach denselben Gesetzen, wie sie für alle schwingende Luftsäulen gelten, die, indem sie verlängert werden, die Zahl ihrer schwingenden Abtheilungen vermehren, wird man nun zu der Ueberzeugung geführt, daſs auch in der Luftsäule der Zungenpfeife, nach Verschiedenheit ihrer Länge, *mehrere* schwingende Abtheilungen sich bilden, und daſs die *Zahl* dieser schwingenden Abtheilungen, gerade so, wie in allen schwingenden Luftsäulen, des Tones unbeschadet, vermehrt oder vermindert werden kann, wenn nur ihre *Gröſse* keine Aenderung erleidet.

2) Was hiernach zunächst für den Fall einleuchtet, wo die Länge der Luftsäule ein Multiplum von $4a$ ist, und der Ton der Zungenpfeife dem Tone der *isolirt* schwingenden Platte vollkommen gleich ist, läſst sich bei unserer Betrachtung der Versuche auch für alle übrigen Fälle, wo der Ton der Zungenpfeife tiefer als der Ton der isolirten Platte ist, nachweisen.

Auch in diesen übrigen Fällen, wo der Ton der Zungenpfeife tiefer als der Ton der *isolirten* Platte ist, läſst sich die *Zahl* der schwingenden Abtheilungen der

Luftsäule, des Tones unbeschadet, vermehren, wenn die *Gröfse* der schwingenden Abtheilungen keine Aenderung erleidet.

Um diesen Satz für alle Töne der Zungenpfeife zu bestätigen, stelle ich einige von mir gemachte Versuche in der folgenden Tabelle zusammen.

In der ersten Columne dieser Tabelle nenne ich die Zahl der Schwingungen, welche die Zungenpfeife während einer Secunde bei mehreren verschiedenen Längen machte. — In der zweiten Columne gebe ich die *kürzeste* Länge, bei welcher die Zungenpfeife die angegebene Zahl Schwingungen machte; — in der dritten Columne gebe ich die *zweite* und *dritte* Länge, bei welchen die Zungenpfeife gleichfalls die angegebene Zahl Schwingungen machte; — in der vierten Columne setze ich die *Differenz* beider, welche einer schwingenden Abtheilung oder deren Duplo gleich seyn soll; — in die fünfte Columne die aus der Theorie der Luftschwingungen *berechnete* Länge einer schwingenden Abtheilung.

Tabelle von Versuchen, welche beweisen, dafs die Luftsäulen bei jedem Tone der Zungenpfeife, gleich wie eine Labialpfeife, schwingende Abtheilungen bildet, deren Zahl unbeschadet des Tones, vermehrt oder vermindert werden kann.

Schwingungen der Zungenpfeife in 1 Secunde.	Kürzeste Länge, wo die Zungenpfeife d. angegebene Zahl Schwingungen macht.	Zweite und dritte Länge, wo die Zungenpfeife d. angegebene Zahl Schwingungen macht.	Differenz, welche einer oder zweier schwingenden Abtheilungen gleich seyn soll.	Berechnete Länge einer oder zweier schwingenden Abtheilungen.	Differenz.
730	87 lin.,3	293 lin.,0	205 lin.,7	207 lin.,6	+ 1 lin.,9
		504 ,0	416 ,7	415 ,2	— 1 ,5
680	104 ,2	328 ,2	224 ,0	222 ,6	— 1 ,4
621	123 ,8	366 ,7	242 ,9	234 ,6	— 8 ,3
560	137 ,3	396 ,8	259 ,5	270 ,5	+ 11 ,0

Da die Gröſse dieser schwingenden Abtheilungen, deren Zahl, unbeschadet des Tones, vermehrt oder vermindert werden kann, bei jedem dieser verschiedenen Töne der Zungenpfeife die nämliche ist, welche uns die Theorie der Luftschwingungen für eine mit der Zungenpfeife oder mit ihrer Platte *gleich schnell* schwingende Luftsäule giebt; so folgt daraus, daſs die Luftsäule in allen diesen Fällen nicht allein sich wirklich in einer *stehenden* Schwingung, sondern stets auch in einer mit der Platte der Zungenpfeife *synchronischen* Schwingung befindet.

Denn es ist bekannt, daſs der Unterschied einer bloſsen Wellenbewegung und einer *stehenden* Schwingung darin besteht, daſs in letzterer sich Maxima der Schwingung und Schwingungsknoten bilden, während in ersterer dieselben nicht entstehen, und daſs die *Geschwindigkeit* der Schwingungen von der *Gröſse* der schwingenden Abtheilungen abhänge, welche, wie wir aus den angeführten Versuchen gesehen haben, so beschaffen ist, daſs die Luftsäule in gleicher Zeit stets gleich viel Schwingungen als die Platte macht, und beide folglich *synchronisch* schwingen.

3) Betrachten wir den Anfang und den Schluſs jeder Periode, zwischen welchen die Länge der Luftsäule jedesmal um $4a$ zunimmt, so finden wir endlich, daſs die stets *synchronisch* mit der Platte schwingende Luftsäule im Anfange jeder Periode wie eine offene Labialpfeife, am Schlusse jeder Periode wie eine gedeckte Labialpfeife schwinge.

Denn vergleichen wir die *Töne* beim Anfange und Schlusse jeder Periode mit der *Länge* der Luftsäule beim Anfange und Schlusse jeder Periode, welche, wie wir wissen, in allen diesen Fällen ein *Multiplum* von $4a$ war, so finden wir, daſs diese beiden Töne, nämlich der Schluſston der vorhergehenden und der Anfangston der folgenden Periode, dieselben sind, welche die Luftsäule

allein als offene und als gedeckte Pfeife in diesen Fällen geben kann.

Ich will diesen Satz durch folgende Beispiele erläutern.

a) Am Ende der ersten und am Anfange der zweiten Periode war die Länge der Zungenpfeife $=4a$. Die Grundtöne zweier Luftsäulen von $4a$ Länge, von welchen die eine an beiden Enden offen, die andere am einen Ende verschlossen ist, sind dem Tone der *allein* schwingenden Platte und seiner tiefen *Octave* gleich *). Wirklich schlofs die erste Periode mit der tiefern Octave, und die zweite begann mit dem Tone der *isolirt* schwingenden Platte, wie es die angeführten Versuche angeben.

b) Am Ende der zweiten Periode und am Anfange der dritten Periode war die Länge der Luftsäule der Zungenpfeife $=8a$. Die ersten Flageolettöne zweier Luftsäulen von $8a$ Länge, von welchen die eine an beiden Enden offen, die andere am einen Ende verschlossen ist, sind dem Tone der *isolirt* schwingenden Platte und seiner tiefern Quarte gleich *). Wirklich schlofs die zweite Periode mit der tiefern Quarte, und die dritte Periode begann mit dem Tone der *isolirt* schwingenden Platte, wie es die angeführten Versuche beweisen.

c) Am Ende der dritten Periode und am Anfange der vierten Periode ist die Länge der Luftsäule unsres Instruments $=12a$. Die zweiten Flageolettöne zweier Luftsäulen von $12a$ Länge, von welchen die eine an beiden Enden offen, die andere am einen Ende verschlossen ist, sind dem Tone der *isolirt* schwingenden Platte, und seiner tiefern *kleinen Terz* gleich *). Wirklich schlofs die dritte Periode mit der tiefern *kleinern Terz*, und die

*) Im Allgemeinen verhält sich die Dauer der Schwingungen zweier gleich langer Luftsäulen, von welchen die eine an beiden Enden offen, die andere am einen Ende verschlossen ist, wenn beide ihren $n$ten Ton, den Grundton mitgerechnet, geben, wie $2n : 2n-1$.

vierte Periode begann wieder mit dem Tone der *isolirt* schwingenden Platte, wie es die mitgetheilten Versuche beweisen.

III. *Untersuchungen über die specifische Wärme der elastischen Flüssigkeiten*; *von Hrn.* Dulong.

(*Ann. de chimie et de physique*, T. XLI. p. 113.)

Erste Abtheilung.

Zur Behandlung einer Menge theoretischer und practischer Aufgaben ist erforderlich, daſs man wisse, welche Wärmemengen bei diesem oder jenem Körper einer gewissen thermometrischen Variation entsprechen; man muſs also von mehreren starren, flüssigen oder gasigen Substanzen die specifische Wärme kennen, so wie die Gesetze ihrer Veränderungen, falls sie nicht ganz unveränderlich ist.

Die Wichtigkeit einer genauen Bestimmung dieses specifischen Coëfficienten ist seit langer Zeit fühlbar gewesen, wie man dieſs aus der groſsen Anzahl von Versuchen, die über diesen Gegenstand angestellt worden sind, ersehen kann.

Die auf starre und flüssige Körper anwendbaren Verfahrungsarten sind in den letzten Jahren merkwürdig vervollkommt worden. Was aber die elastischen Flüssigkeiten betrifft, so bieten sie eigenthümliche Schwierigkeiten dar, meistens davon herrührend, daſs ihre letzten Theilchen eine immer sehr groſse, aber bei jedem Gase verschiedene, Beweglichkeit besitzen, wodurch die Effecte, welche man der Analogie nach als geeignet zur Bestimmung der specifischen Wärmen halten könnte, noch von einer andern Ursache bedingt, und zuweilen selbst von

den Unterschieden der specifischen Wärme ganz unabhängig werden. Ueberdiefs erlangt die Aufgabe bei dieser Classe von Körpern eine gröfsere Ausdehnung. Die Temperaturänderungen, die bei starren und flüssigen Körpern nothwendig von einer entsprechenden Volumensänderung begleitet werden, lassen sich nämlich bei den Gasen isolirt beobachten, so dafs bei diesen die specifische Wärme auf zweierlei Weisen betrachtet werden kann und mufs, entweder mit einer Volumenänderung unter constantem Druck, oder unter constantem Volumen mit einer mehr oder weniger grofsen Elasticität. Endlich ist es sehr wahrscheinlich, dafs Volumensänderungen von der Gröfse, wie man sie bei Gasen beobachten kann, beträchtliche Veränderungen in dem Coëfficienten der specifischen Wärme herbeiführen, was dann eine Untersuchung der Gesetze dieser Veränderungen unumgänglich macht.

Ungeachtet der vielfachen Anstrengungen einer grofsen Zahl von Physikern, die sich mit diesen Aufgaben beschäftigt haben, kann man dennoch sagen, dafs wir bei weitem noch keine vollständige Lösung derselben besitzen.

Ich werde hier nicht die ersten Versuche, deren Fehlerhaftigkeit seit langer Zeit nachgewiesen ist, wiederholentlich beschreiben. Alle Ungewifsheiten, wenigstens in Bezug auf die specifischen Wärmen der einem constanten Drucke unterworfenen Gase, schien durch die sehr ausgedehnte und mit Recht geschätzte Arbeit der HH. La Roche und Bérard *) gehoben zu seyn, bis erstlich Hr. Haycraft und darauf die HH. de La Rive und Marcet die Resultate der französischen Physiker in Zweifel zogen, und, vermittelst anderer Methoden, den Satz aufzustellen suchten: dafs alle einfachen oder zusammengesetzten Gase bei gleichem Volumen und gleicher Elasticität eine gleiche specifische Wärme besitzen.

*) *Annales de chimie, T. LXXXV. p. 72. et 113.*

Man mufs bedauern, dafs der erstere seine Apparate nicht mit der Ausführlichkeit beschrieben hat, die nöthig ist, um die bei seiner Methode möglichen Fehlerquellen beurtheilen zu können. Umstände, die zu einer Zeit sehr unbedeutend erscheinen, können im weiteren Fortgange der Wissenschaft oft sehr wichtig werden.

Der Apparat des Hrn. Haycraft *) weicht nicht wesentlich von dem ab, welchen die HH. Laroche und Bérard angewandt haben. Statt aber, wie diese, die Temperaturerhöhung eines gewissen Gasvolumens im Calorimeter zu messen, stellt Hr. Haycraft zwei in allen Theilen ähnliche Apparate neben einander auf, und sucht zu ermitteln, ob, bei völliger Gleichheit aller Umstände, gleiche Volumina zweier verschiedenen Gase gleiche oder ungleiche Wärmemengen an die beiden Calorimeter abtreten.

Aus diesen Versuchen glaubt er das allgemeine Gesetz ableiten zu können: *dafs alle einfachen oder zusammengesetzten Gase bei gleichem Volumen eine gleiche Wärmecapacität besitzen.* Obgleich der Verfasser sich nicht darüber erklärt, so ist doch klar, dafs sein Satz nur die einem gleichen und constanten Druck unterworfenen Gase begreift.

Wir bemerken zunächst, dafs der Verfasser nur mit sechs verschiedenen Gasen, vier einfachen und zwei zusammengesetzten, nämlich Kohlensäure- und ölbildendem Gase, experimentirt, und beim letzteren beständig die Capacität etwas gröfser gefunden hat. Schon die Resultate der HH. Laroche und Bérard und die von uns gemachten Bemerkungen über den Fehler, mit welchem insbesondere der von diesen gefundene Coëfficient für das Wasserstoffgas behaftet seyn mufste **), machten es

*) *Edinburgh Philosoph. Transact. Vol. X. p.* 195. *Annal. de chim. et de phys. T. XXVI. p.* 298. (d. Ann. Bd. 76. S. 289.)

**) *Ann. de chim. et de phys. T. X. p.* 406.

sehr wahrscheinlich, dafs alle einfachen Gase unter gleichem Volumen eine gleiche specifische Wärme besitzen.

Die Versuche des Hrn. Haycraft scheinen diesen Satz zu bestätigen; allein ich glaube nicht, dafs sie berechtigen, ihn auch auf die zusammengesetzten Gase auszudehnen. Die Kohlensäure war das einzige zusammengesetzte Gas, dessen specifische Wärme nicht die der einfachen Gase übertraf, und selbst wenn die Versuchsweise keinem Einwurfe ausgesetzt wäre, würde es doch nicht erlaubt seyn, das Resultat einer bei einem einzigen Körper gemachten Beobachtung auf alle übrigen auszudehnen. Der Mangel an allem Detail in der Beschreibung der wesentlichen Theile des Apparats macht es leider nicht möglich die Zweifel zu heben, welche sich beim Lesen der Abhandlung des Hrn. Haycraft aufdrängen. Es wäre nöthig zu wissen, wie die Windungen der Röhren in den Calorimetern lagen, ob sie sich alle in einer nämlichen Horizontal- oder Vertical-Ebene befanden, oder ob sie, wie es gewöhnlich der Fall ist, die Form einer Schraubenlinie besafsen, endlich, ob das Gas zum oberen oder unteren Ende hineingeleitet wurde; keiner dieser Umstände ist gleichgültig.

Es scheint, dafs Hr. Haycraft ein Thermometer mit Kugel gebraucht habe; allein er übergeht ganz mit Stillschweigen, welchen Kunstgriff er angewandt, die mittlere Temperatur des Calorimeters genau zu bestimmen. Der Graf Rumford hatte vorgeschlagen, ein Thermometer mit cylindrischem Behälter von gleicher Länge mit der Tiefe des Instruments in die Axe desselben zu stellen. Ich habe früher gezeigt, dafs auch dieses Mittel noch ziemlich beträchtliche Irrthümer veranlassen könne, und dafs es weit vorzüglicher sey, alle Theile der Flüssigkeit durch einander zu rühren, um ihnen eine gleichförmige Temperatur zu geben. Da man übrigens nicht weifs, wie der Calorimeter construirt war, und wie sich der Verfasser desselben bediente, so ist es unmöglich, sich

mit Gewifsheit über die Art des mit diesem Verfahren verknüpften Fehlers auszusprechen; da aber Hr. Haycraft keiner besonderen Vorsichtsmafsregel gedenkt, wie er sich gegen die Wirkungen einer ungleichen Vertheilung der Wärme, die daraus entstehen kann, dafs verschiedene Gase beim Durchgange durch dieselbe Röhrenleitung, unter sonst gleichen Umständen, ihren Temperaturüberschufs mehr oder weniger schnell verlieren, sicher gestellt hat; so ist es sehr wahrscheinlich, dafs der, wenngleich nur geringe, Unterschied, welcher zwischen der Wärmecapacität der Kohlensäure und der der einfachen Gase vorhanden ist, bei seinen Versuchen durch die von mir bezeichnete Ursache versteckt worden ist.

Einige Zeit hernach machten die HH. A. de La Rive und Marcet über den nämlichen Gegenstand eine sehr ausgedehnte Arbeit bekannt *). Durch ein ganz anderes Verfahren gelangten sie zu demselben Schlufs, wie Hr. Haycraft, mit dem Unterschiede jedoch, dafs sie bei dem Gesetze, welches dieser für Gase unter gleichem und constantem Druck aufgestellt hatte, ein constantes Volumen voraussetzten. Das wohlbekannte Talent dieser jungen Physiker, die Sorgfalt, mit der die Beobachtungen angestellt zu seyn scheinen, die Einfachheit des Gesetzes und dessen Uebereinstimmung mit den Resultaten von Haycraft, alles Dieses schien der Meinung der Genfer Gelehrten eine grofse Wahrscheinlichkeit zu verleihen. Wenn man indefs über die Grundsätze nachdenkt, auf welchen ihre experimentelle Methode beruht, so wird man bald gewahr, dafs die Erscheinung, von der sie Gebrauch gemacht haben, zu verwickelt ist, als dafs es möglich sey, aus ihr eine genaue Messung der specifischen Wärme der Gase abzuleiten.

Durch Beobachtung des Erkaltens oder Erwärmens eines gleichen Volumens aller Gase, in einem und

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXV. p.* 5. (dies. Ann. Bd. 86. S. 363.).

demselben Gefäfse und unter gleichen Umständen, glaubten sie die Verhältnisse der specifischen Wärme derselben bestimmen zu können; und im Allgemeinen giebt es auch zwischen der specifischen Wärme eines Körper und der Zeit, während welcher er, unter dem Einflusse äufserer Umstände, eine gewisse Temperaturänderung erleidet, eine nothwendige Beziehung.

Wir, Petit und ich *), haben gezeigt, welche Vorsichtsmafsregeln man in Betreff der starren Körper nehmen müsse, damit die erwähnte Beziehung sich auf die einfachste Weise darbiete, und die Zeit des Erkaltens oder Erwärmens unmittelbar das Verhältnifs der specifischen Wärmen gebe. Die erste Bedingung, welche erfüllt werden mufs, besteht darin, dafs die Wärmemenge, welche von dem den Körper einschliefsenden Gefäfse verschluckt oder ausgegeben wird, kein zu grofser Antheil von der Gesammtheit der beim Versuche fortgehenden oder hinzutretenden Wärme sey. Dieser Bedingung ist bei den elastischen Flüssigkeiten fast unmöglich Genüge zu leisten.

Die ersten Versuche der HH. de La Rive und Marcet wurden mit einem Gasballon von 4 Centimeter Durchmesser und etwa $\frac{1}{2}$ Millimet. Dicke angestellt. Bei diesen Dimensionen mufste das Gewicht des Gases $7^{gm},017$ und das der Luft $0^{gm},036$, bei $0^{m},65$ und 20° C., betragen, und die Wärmemengen, welche der Ballon und die darin enthaltene Luft zu einer gleichen Temperaturerhöhung erforderten, ständen in dem Verhältnifs 126:1. Für ein anderes Gas, dessen Wärmecapacität um ein Viertel gröfser als die der Luft wäre, würde die Wärmemenge, welche dieser Capacitätsdifferenz entspricht, nur $\frac{1}{500}$ der gesammten Wärmemenge ausmachen. Wie ist es möglich, so kleine Bruchwerthe genau zu bestimmen? Die Erkältung oder die Erwärmung um eine gleiche Zahl von Graden entspricht, in den beiden Fällen,

*) *Ann. de chim. et de phys. T. X. p.* 400.

Zeiträumen, die auf 5 Minuten nur um 36 Terzien von einander abweichen.

Bei den ersten Versuchen tauchte man den Ballon, welcher, unter gleichem Druck und einer Temperatur von 20° C., hinter einander mit verschiedenen Gasen gefüllt war, schnell in ein Wasserbad von 30° C. Die in 4″ bewirkte Erwärmung, welche durch die Zunahme der Elasticität der Gase gemessen wurde, war bei jedem derselben verschieden; ein Resultat, welches die Verfasser mit Recht einer Verschiedenheit in dem Wärmeleitungsvermögen zuschreiben.

Schon mehrmals haben die Physiker geglaubt, in der Fähigkeit, Wärme zu leiten oder fortzupflanzen, eine grofse Verschiedenheit bei den Gasen zu bemerken; allein diese Fähigkeit ist nicht immer scharf definirt worden. Das, was wir bei den Gasen Abkühlungsvermögen (*pouvoir refroidissant*) *) genannt haben, ist eine zusammengesetzte Wirkung, zugleich abhängig von deren Wärmecapacität und der Massenungleichheit ihrer letzten Theilchen, aus der, bei Mittheilung eines gleich starken Impulses, eine Ungleichheit in der Geschwindigkeit entspringt. Wir haben gezeigt, durch welche Mittel dieser Coëfficient genau zu messen, und nach welchen Gesetzen er sich mit der Expansivkraft eines jeden Gases und dem Temperaturüberschufs des heifsen Körpers verändert. Allemal wenn es sich darum handelt, den Wärmeverlust, welchen ein Körper in Folge der Berührung mit einem Gase von bekannter Elasticität und bekannter Temperaturdifferenz erleidet, zu bestimmen, kann er nach den Sätzen in der angeführten Abhandlung berechnet werden. Oft aber handelt es sich weniger um die entzogene Wärmemenge, als vielmehr um die mehr oder weniger grofse Schnelligkeit, mit der eine Gasmasse sich mit den sie einschliefsenden Wänden in's thermometrische Gleichgewicht setzt. In diesem Falle hat man nur die Ungleich-

*) *Ann. de chim. et de phys. T. VII. p.* 350.

heit der Beweglichkeit der flüssigen Theilchen zu berücksichtigen; allein dieser Vorgang kann nicht dem Calcul unterworfen werden, zumal er von den Dimensionen und der Gestalt des Gefäſses abhängt. Bevor diese Eigenschaft und ihre Entstehung gehörig nachgewiesen war, schrieb man den Unterschieden der Wärmecapacität Erscheinungen zu, welche mit der letzten nichts zu schaffen haben, und nur von der mehr oder weniger beträchtlichen Dichtigkeit der verschiedenen Gase abhangen. Je nach der Einrichtung der Apparate kam man hinsichtlich des Ranges, den die Gase nach ihrer Wärmecapacität einnehmen sollten, zu andern Resultaten. Im Fall z. B., wo das Thermometer in die flüssige Masse getaucht war, brachte dasjenige Gas, welches sich am leichtesten in Bewegung setzte, die ausgezeichnetste Wirkung hervor, und dieſs veranlaſste dann, seine Wärmecapacität für die gröſsere zu halten *). Suchte man dagegen die Zeiten, welche zwei gleiche Gasvolumina erforderten, um sich mit der Temperatur der Wände in Gleichgewicht zu setzen, so war es das beweglichere Gas, welches die kürzere Zeit dazu gebrauchte, und welches also die schwächere Capacität zu besitzen schien **).

Die HH. de La Rive und Marcet haben geglaubt sich gegen die Wirkungen des Leitungsvermögens sicher stellen zu können, wenn sie einige der Vorsichtsmaſsregeln anwendeten, welche wir in unserer Abhandlung über die specifische Wärme der festen Körper angaben ***). Statt die Kugel plötzlich zu erhitzen, stellten sie dieselbe in ein gröſseres luftleeres Gefäſs, dessen Wände in einer constanten und etwas höheren Temperatur, als die der Gase, erhalten wurden. Von da ab gewahrten sie in der Temperatur, welche alle Gase innerhalb einer gleichen

*) *Mémoires d'Arcueil, T. I. p.* 201.

**) *Journ. de physique, novembre* 1819, *T. LXXXIX. p.* 337.

***) *Ann. de chim. et de phys. T. X. p.* 400.

Zeit annahmen, keinen merklichen Unterschied, und daraus schlossen sie, dafs alle Gase, bei gleichem Volumen, eine gleiche Wärmecapacität besitzen.

Obgleich man die Eigenschaft, Wärme fortzuführen, bei starren und gasigen Körpern mit dem nämlichen Namen bezeichnet, so mufs man doch nicht vergessen, dafs das Leitungsvermögen der starren Körper, welches ohne Zweifel nur aus einer Strahlung auf kleine Entfernungen besteht, von ganz anderer Art ist, als die Verschiebung der Theilchen einer ungleich erwärmten Flüssigkeit, welche, im eigentlichen Sinne, das Leitungsvermögen der Gasarten ausmacht.

Um sich das von den HH. de La Rive und Marcet beobachtete Resultat, welches mir von diesem Leitungsvermögen und nicht von der Wärmecapacität entstanden scheint, zu erklären, mufs man sich des Folgenden erinnern: 1) Die absoluten Wärmemengen, welche die Gase in diesen Versuchen annahmen, machten einen so kleinen Bruchwerth von der gesammten Wärme des Systems aus, dafs man ihn nicht in Betracht ziehen kann. 2) Die Zeiten, welche die verschiedenen Gase gebrauchten, um sich um eine gleiche Zahl von Graden zu erwärmen, hingen, unter den Bedingungen jener Versuche, lediglich von der mehr oder weniger beträchtlichen Geschwindigkeit ab, mit der sich die innern Theile der Flüssigkeit mit den äufseren, welche allein die Wärme durch unmittelbare Mittheilung von den Wänden des Gefäfses erhielten, vermischten. 3) Da alle Gase eine gleiche Expansivkraft besafsen, so wichen diese Zeiten desto mehr von einander ab, je beträchtlicher der Temperaturüberschufs desselben Gefäfses war, so dafs, wenn sich dessen Wände sehr langsam erwärmten, der Unterschied unmerklich werden konnte. 4) Bei dem fortschreitenden Steigen der Temperatur mufste das Gas immer eine geringere Temperatur anzeigen, als wirklich die Wände in demselben Augenblick besafsen; da aber bei einem Gase

die Vermischung der ungleich erwärmten Theile desto rascher geschieht, je weiter seine Molecule von einander stehen oder je kleiner seine Expansion ist; so mufs die Gröfse, um welche die Temperatur des Gases gegen die des Gefäfses zurückbleibt, mit der Elasticität dieses Gases abnehmen, und die Gleichheit der Erwärmung verschiedenartiger Gase desto vollkommner erscheinen, je geringer die Elasticität der verglichenen Gase ist.

Es ist besonders diefs letztere Resultat, nämlich, dafs die zu gleich starker Erwärmung eines gleich grofsen Gasvolumens erforderliche Zeit mit der Verdünnung dieses Gases abnimmt, welches die HH. de La Rive und Marcet für einen unwiderleglichen Beweisgrund zu Gunsten ihres Verfahrens halten. In einer neueren Arbeit, von der mir in der letzten Sitzung der Academie ein Auszug mitgetheilt worden ist, stellen sie, wie in ihrer frühern Abhandlung, den Satz auf: Dafs, weil ihr Apparat empfindlich genug sey, bei Verringerung der Dichte eine Abnahme der Wärmecapacität anzuzeigen, er auch hinreichen müsse, einen von der verschiedenartigen Natur der Gase etwa herrührenden Capacitätsunterschied nachzuweisen. Es scheint mir indefs, man müsse, um diesen Schlufs entscheidend zu machen, zuvörderst beweisen, dafs die Ungleichheit in der Zeit der Erwärmung gleicher Volumina eines und desselben, aber verschiedentlich dichten Gases lediglich von einer Veränderung der specifischen Wärme abhänge. Versuchen wir, ob die in Rede stehenden Resultate sich mit dieser Voraussetzung vereinbaren lassen.

In der Abhandlung der HH. de La Rive und Marcet *) findet man eine Reihe Beobachtungen über atmosphärische Luft, deren Dichte von 65 bis 26 Centimeter ging. Statt der Zeiten, welche in den verschiedenen Fällen zu einer gleichen Erwärmung nöthig waren, wird hier

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXXV. p.* 28. (dies. Ann. Bd. 86. S. 363.).

die Zahl von Thermometergraden, die in einer gleichen Zeit erlangt wurden, angegeben; diefs erschwert den Vergleich ein wenig. Wenn man indefs nach den übrigen Datis des zuvor erwähnten Versuchs die Temperatur, welche das Gas nach Verlauf des beständigen Intervalls von 5′ hätte erzeigen müssen, berechnet, und dabei voraussetzt, dafs dessen specifische Wärme vermöge der Verdünnung auf Null reducirt worden sey, so findet man 6°,329 statt 6°,3, welche dem Gase von 65 Centimetern Elasticität entspricht. In der Tafel der erwähnten Beobachtungen zieht aber schon eine Abnahme von 6 Centimetern in der Elasticität der Luft einen achtmal gröfseren Unterschied herbei, so dafs alle Beobachtungen zu einem negativen Werthe *) für die Capacität der dibalirten

*) Man nenne T den veränderlichen Temperaturüberschufs der Hülle über die des Ballons; S die äufsere Oberfläche dieses Gefäfses, e das ausstrahlende oder absorbirende Vermögen derselben, V das Volumen des Gefäfses, D die mittlere Dichte, und C die mittlere specifische Wärme, endlich t die Zeit. Da es sich hier nur um kleine Temperaturunterschiede handelt, so kann man ohne merklichen Fehler das Newton'sche Gesetz gebrauchen. Nach diesem Gesetze ist die Erwärmungsgeschwindigkeit proportional dem Temperaturüberschufs T der Hülle, und wenn n den Werth dieser Geschwindigkeit für einen Temperaturüberschufs von 1° ausdrückt, so hat man im Allgemeinen: $\frac{dT}{dt} = -nT$. Nun ist leicht zu ersehen, dafs die Constante n direct proportional ist der Fläche s und dem Absorptionsvermögen e (weil es sich hier um eine luftleere Hülle handelt), und dafs sie sich umgekehrt verhält wie das Gewicht VD des Körpers (des Gases und seiner Hülle) und wie die Wärmecapacität C des Systems. Die Gleichung wird also $\frac{dT}{dt} = -\frac{Se}{VDC}T$, oder $\frac{dT}{T} = -\frac{Se}{VDC}dt$, und wenn man integrirt Log. $\frac{A}{T} = \frac{Se}{VDC}t$, worin A der Werth von T wenn $t=0$.
Nach der Zeit ϑ, wenn die Kugel ein gewisses Gas enthält, wird der Temperaturüberschufs $= T'$; nach derselben Zeit ϑ, wenn ein anderes Gas in der Kugel ist, wird dieser Ueberschufs $= T''$. Man

rten Luft führen würden. Dieser Calcül, gegen den sich, so eit ich sehe, kein Einwurf erheben läfst, ist hinreichend u zeigen, dafs es nicht eine Abnahme der Wärmecapaität ist, der man es zuschreiben mufs, dafs sich ein gleich rofses Gasvolumen schneller erwärmt, wenn seine Dichte

hat alsdann Log. $\frac{A}{T'}$: Log. $\frac{A}{T''}$ :: $\frac{1}{D' C'}$: $\frac{1}{D'' C''}$. Trennt man die Elemente, die sich auf die Kugel beziehen, von denen, die für das in dieser befindliche Gas gelten, nennt p das Gewicht des Glases und c die specifische Wärme desselben, so hat man: Log. $\frac{A}{T'}$: Log. $\frac{A}{T''}$ :: $p''c'' + pc : p'c' + pc$; in der hier verhandelten Reihe von Versuchen ist $\frac{p'c'}{pc} = \frac{1}{126}$ für Luft bei $0^m,65$ und 20^0. Es wird also leicht seyn aus der vorhergehenden Proportion abzuleiten: entweder die Capacität c'' desselben Gases, für welches das Gewicht p, so wie die einem gleichen Zeitraum entsprechenden, Temperaturüberschüsse T' und T'', gegeben sind; oder auch den Werth von T'', den man beobachten müfste, wenn c'' einen bestimmten Werth annähme.

Während des Druckes dieser Abhandlung ist der zweite Aufsatz der HH. de La Rive und Marcet, dessen ich oben erwähnte, in den *Annales de chimie et de physique* erschienen. (Man sehe das vorige Heft dies. Ann. S. 340.) Die vorher gemachten Einwürfe behalten dieselbe Stärke in Bezug auf die Folgerungen, welche die Verfasser aus ihren neuen Versuchen ziehen. Bei dem 22 Grm. wiegenden und 0,4 Grm. Luft einschliefsenden Glasballon, welchen sie statt des früheren anwandten, wird das Verhältnifs der Wärmemengen, welche zur Erzeugung einer gleichen Temperaturveränderung in der Luft und im Ballon erforderlich sind, beinahe gleich $\frac{1}{55}$, statt $\frac{1}{126}$, wie bei dem früheren Apparat; diefs führt also nur zu einer unbedeutenden Aenderung in dem Resultat des vorhergehenden Calcüls. Es scheint, dafs die Erwärmung des Systems noch zu rasch war, als dafs das Wasserstoffgas mit den übrigen Gasen hätte übereinstimmen können. Ueberzöge man die äufsere Fläche des Ballons mit Blattsilber, bin ich überzeugt, würde man keinen Unterschied mehr finden, selbst bei diesem Gase, dessen Molecüle doch eine weit gröfsere Beweglichkeit als die aller übrigen Gase besitzen, wie sich aus einem Vergleiche der specifischen Gewichten aller dieser Flüssigkeiten voraussehen läfst.

geringer ist. Ich glaube in dem Vorhergehenden die wahre Ursache dieser Erscheinung nachgewiesen zu haben.

Ueberhaupt scheint es mir nicht möglich, eine Einrichtung des Apparats oder eine Verfahrungsweise zu ersinnen, welche erlaubte aus den Zeiten der Erwärmung oder Erkältung die specifischen Wärmen der Gase abzuleiten.

Die Resultate von de Laroche und Bérard sind also noch immer die, welche das meiste Vertrauen einflöfsen müssen, und wenn sie auch eine gröfsere Genauigkeit zu wünschen übrig lassen, so reichen sie doch ganz hin, um aufser Zweifel zu setzen, dafs alle einfachen oder zusammengesetzten Gase, bei gleichem Volumen keine gleiche Wärmecapacität besitzen.

Diese Bestimmungen beziehen sich indefs nur auf Gase, die einem constanten Druck ausgesetzt sind; in der Voraussetzung eines constanten Volumens bleibt also die Aufgabe noch ganz unerledigt. Unter dem experimentellen Gesichtspunkt betrachtet, bietet diese letztere weit mehr Schwierigkeiten dar, als die erstere; und bis jetzt hat man nicht einmal eine directe Methode zu ihrer Auflösung angegeben.

Eine der glücklichsten Inspirationen des Hrn. Laplace hat indefs in der mathematischen Theorie der Fortpflanzung des Schalls gewisse Relationen zwischen den beiden, unter jenen Voraussetzungen statthabenden, specifischen Wärmen eines und desselben Gases entdekken lassen.

Bekanntlich war es dieser Mathematiker, dessen Verlust wir noch so tief empfinden *), welcher zuerst auf den Gedanken kam, dafs der Unterschied, welcher zwischen der berechneten und beobachteten Geschwindigkeit des Schalls in der Luft statt fand, wohl davon herrüh-

*) Laplace starb am 5. März 1827 zu Paris in einem Alter von $77\frac{1}{2}$ Jahren, ein Jahrhundert nach Newton, der im März 1727 verschied. *P.*

ren möchte, dafs Newton und die Mathematiker, die nach ihm zu demselben Resultate wie er gelangten, bei der Berechnung nicht Rücksicht nahmen auf die Temperaturveränderungen, von welchen plötzliche Dichtigkeitsänderungen bei Gasen begleitet werden. Die HH. Biot *) und Poisson **) zeigten in der That, dafs wenn man diese Temperaturänderung in Rechnung ziehe, die berechnete Geschwindigkeit sich sehr der wirklichen nähern müsse. Indefs fehlte es an den nöthigen physikalischen Datis, um die Richtigkeit dieser Vermuthung vollständig zu erweisen ***).

Späterhin unterwarf Laplace diese Idee einer neuen Untersuchung, und bewies, dafs man die wirkliche Geschwindigkeit des Schalles erhalten werde, wenn man die nach der Newton'schen Formel berechnete Geschwindigkeit multiplicire mit der Quadratwurzel aus dem Verhältnifs der specifischen Wärme der Luft unter constantem Druck zur specifischen Wärme derselben bei constantem Volumen †).

Zu demselben Theorem gelangte auch Hr. Poisson ††) durch einen Calcül, der directer war und völlig frei von den sehr wahrscheinlichen Hypothesen, welche der Verfasser der Mechanik des Himmels in Betreff der Daseynsweise der Wärme in den Gasen angenommen hatte.

Ein von den HH. Clément und Désormes †††)

*) *Journal de physique*, *T. LV. p.* 173.

**) *Journal de l'Ecole polytechnique*. 14, *Cahier p.* 362.

***) Es ist ohne Zweifel nur Unachtsamkeit, wenn der Verfasser der ersten dieser beiden Abhandlungen aus der bloſsen Kenntniſs des Ausdehnungscoëfficienten der Gase die durch eine gegebene Compression der Luft erfolgende Temperaturerhöhung herzuleiten sucht (die erwähnte Abhandlung S. 181.).

†) *Ann. de chim. et de phys. T. III. p.* 238. *und Mécanique céleste, T. V. p.* 123.

††) *Annal. de chim. et de phys. T. XXIII. p.* 337. *und Connaissance des Temps* 1826, *p.* 257. (dies. Ann. Bd. 76. S. 269.)

†††) *Journal de physique*, *T. LXXXIX. p.* 333.

angestellter, mit vollkommneren Apparaten und unter mehr abgeänderten Umständen von den HH. Gay-Lussac und Welter *) wiederholter Versuch gestattet den Werth des erwähnten Verhältnisses der specifischen Wärmen für die atmosphärische Luft zu berechnen; und wenn man ihn in der allgemeinen Formel substituirt, so weicht die so erhaltene Geschwindigkeit nur um einige Meter von der beobachteten ab.

Nach den, in der *Mécanique céleste* angeführten, Versuchen der HH. Gay-Lussac und Welter scheint es, als sey dieses Verhältniſs der beiden specifischen Wärmen bei allen Temperaturen und bei allen Drucken für die atmosphärische Luft beinahe constant. Durch Einführung dieses Satzes in den Calcül würde man im Stande seyn, die aus plötzlichen Dichtigkeitsänderungen einer beliebigen Luftmasse hervorgehenden Temperaturänderungen zu berechnen, und wenn man noch die, freilich sehr unwahrscheinliche, Hypothese, daſs unter gleichem Druck die Wärmecapacitat bei allen Temperaturen constant sey, hinzufügt, so könnte man für die specifische Wärme der atmosphärischen Luft bei constanter Expansivkraft oder bei constantem Volumen zu dem allgemeinen Ausdruck gelangen **).

Durch Ausdehnung derselben Voraussetzung auf alle übrigen Gase würde man endlich dahin gelangen, alle Aufgaben in Betreff der specifischen Wärmen der verschiedenen Gasarten zu lösen, und zwar bloſs mittelst

*) *Mécanique céleste*, *T. V. p.* 125.

**) Poisson, *Ann. de chim. et de phys. T. XXIII. p.* 341. Hr. Ivory, *Philosoph. Magazine new Series, Vol. I. p.* 249., giebt einen andern Ausdruck für dasselbe Element; allein Hr. Avogadro (*Memorie della reale Accademia delle scienze di Torino, T. XXXIII. p.* 237.) hat gezeigt, daſs Hr. Ivory hiebei in einen Irrthum gerathen ist. Weiterhin wird man sehen, daſs meine Beobachtungen mich zu einer Folgerung geführt haben, die der, welche derselbe Mathematiker aus seiner allgemeinen Theorie gezogen hat, ganz entgegen ist (*Phil. Magaz. T. I. p.* 253.).

der Kenntnifs des bei jeder derselben unter einem beliebigen Druck durch eine einzige Beobachtung bestimmten Verhältnisses der beiden specifischen Wärmen. Diese Gesetze sind zu wichtig, als dafs man nicht suchen sollte, sie durch die hauptsächlichsten Folgerungen aus ihnen zu bestätigen. Selbst wenn die Hypothesen, auf denen sie beruhen, nicht mit der Wirklichkeit übereinstimmten, würde die Bestimmung des Verhältnisses der beiden specifischen Wärmen bei jedem einzelnen Gase doch eine sehr nützliche Erwerbnifs für die Wissenschaft seyn, weil man alsdann aus der specifischen Wärme bei constantem Druck, der einzigen geradezu mefsbaren, die specifische Wärme bei constantem Volumen, welche für die allgemeine Wärmetheorie das meiste Interesse hat, und endlich die, einer bestimmten Verdünnung oder Verdichtung irgend eines Gases entsprechende, Wärmemenge würde ableiten können *).

*) Die sinnreichen Versuche des Hrn. Dalton (*Mém. de Manchest. Vol. V. p.* 525. *et New System of chem. philosoph. T. I. p.* 127.) könnten wohl beweisen, dafs die thermometrischen Aenderungen, die man bei einem plötzlich in seiner Dichte geänderten Gase beobachtet, bei weitem nicht die wirklich in diesem Fluidum hervorgebrachten Temperaturveränderungen darstellen; zu einer hinlänglichen genäherten Bestimmung der einer gegebenen Condensation entsprechenden Wärmemenge würde man sich derselben aber nicht bedienen können.

Was das Mittel betrifft, welches Hr. Despretz (*Ann. de chim. et de phys. T. XXXVII. p.* 182. und dies. Ann. Bd. 88. S. 520.) angegeben hat, als geeignet die bei der Condensation aus Sauerstoff und einigen verbrannten Gasen entwickelte Wärme zu bestimmen, so könnte es nur selbst zu einer groben Annäherung der hier zu messenden Gröfsen führen. Um sich davon zu überzeugen, braucht man nur zu erwägen, dafs die Wärme, welche durch eine die Dichte des Sauerstoffgases verdoppelnde Compression (eine dem Versuch des Hrn. Despretz gemäfse Voraussetzung) entwickelt wird, noch nicht ein halbes Hundertel von der bei Verbindung dieses Gases mit der Kohle erzeugten Wärme, d. h. von der Menge ausmacht, welche man durch das von ihm vorgeschlagene Verfahren unmittelbar mifst; und wenn die übrigen Gase bei einer gleichen Volumensverringerung um

Trotz aller Geschicklichkeit der Beobachter und der Vollkommenheit der Apparate, glaube ich nicht, daſs man durch ein solches Mittel, wie die von mir genannten Physiker angewandt haben, zu einer hinlänglichen Annärung gelangen könne.

Vielmehr glaube ich, daſs man weit sicherer dazu gelangt, wenn man die wirkliche Geschwindigkeit des Schalls in jeder elastischen Flüssigkeit bestimmt, und sie, gemäſs der Theorie von Laplace, mit der vergleicht, welche die Newton'sche Formel liefert.

Wir nehmen es demnach als einen erwiesenen Satz an, daſs das Quadrat des Quotienten der wirklichen Geschwindigkeit des Schalls in einem Gase, dividirt durch die nach der Newton'schen Formel berechnete Schallgeschwindigkeit, gleich ist dem Verhältniſs der beiden specifischen Wärmen *). Die Aufsuchung dieses Verhältnisses kommt also auf die der wirklichen Schallgeschwindigkeit in den verschiedenen Gasen zurück.

ein Drittel oder Viertel kleinere oder gröſsere Wärmemengen abgäben, würden diese Unterschiede nur einem oder zwei Tausendstel von den durch die Beobachtung gegebenen Zahlen entsprechen; so daſs die Wärmemenge, welche man zu bestimmen suchte, *wenigstens funfzehn bis zwanzig Mal kleiner als die bei diesen Versuchen unvermeidlichen Fehler seyn würden.* Hätte Hr. Despretz die in der erwähnten Abhandlung angekündigten Untersuchungen ausgeführt, bin ich überzeugt, er würde zwischen den Wärmemengen, die, bei der Verbrennung eines Körpers in Sauerstoffgas, erstlich von einfacher, und dann von doppelter Dichte, entwickelt wird, das Product der Verbrennung möge nun starr oder gasig seyn, keinen Unterschied gefunden haben.

*) Es seyen h der Barometerstand, g die Intensität der Schwere, D die Dichte des Gases gegen die des Quecksilbers als Eins, t die Temperatur über 0°, v die beobachtete Schallgeschwindigkeit, und k das Verhältniſs der beiden specifischen Wärmen unter constantem Druck und constantem Volumen; so hat man:

$$k = \frac{v^2}{\frac{g\,h}{D}.(1 + 0{,}00375\,.\,t)}$$

Bei jedem andern Gase, als die atmosphärische Luft, steht eine directe Messung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Schallwelle nicht zu hoffen: man mufs daher zu einem indirecten Mittel greifen. Die Theorie der Blaseinstrumente hat auf ein solches geführt, welches zuerst von Chladni und Jacquin *) angegeben und wirklich angewandt worden ist. Diefs Mittel besteht darin, dafs man ein und dieselbe Röhre, eine gewöhnliche Labialpfeife, hinter einander mit verschiedenen Gasen, von gleicher Temperatur, ansprechen läfst, und die Höhe des von jedem derselben gelieferten Tones bestimmt. In der Annahme, dafs die im Instrumente enthaltene Gassäule in allen Fällen eine gleiche Theilung erleide, diejenige z. B., welche dem sogenannten Grundton, oder dem tiefsten aller Töne, welche nach der Bernoulli'schen Theorie bei einer und derselben Pfeife möglich sind, entspricht, gelangt man leicht zur Kenntnifs der Länge und Dauer einer Welle in einem jeden Gase, und folglich auch zur Kenntnifs der Geschwindigkeit, mit welcher sich eine Erschütterung in jedem derselben fortpflanzt **).

Die Versuche von Chladni können nur für einen sehr unvollkommnen Entwurf angesehen werden; es ist

*) Chladni's Akustik, S. 226.

**) Nennt man λ die Länge einer verdichtenden oder verdünnenden Welle, v die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in einem Gase, t die Dauer einer halben positiven oder negativen Schwingung einer Gasschicht, so hat man bekanntlich $\lambda = vt$ oder, wenn man die Anzahl n der in einer Secunde gemachten Schwingungen nimmt, $v = \lambda n$. Wenn p die Anzahl der ganzen Concamerationen ist, so findet, nach der Bernoulli'schen Theorie, die allgemeine Relation statt: $(p+1)\lambda = l$, wo l die Länge einer an beiden Enden offnen Pfeife bedeutet; für den Grundton ist $p = o$, $\lambda = l$, mithin $v = ln$. Bedient man sich einer und derselben Pfeife für alle Gase, so sieht man, dafs in diesen die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten einer Welle direct proportional sind der Schwingungsmengen, welche den durch sie hervorgebrachten Tönen entsprechen.

unmöglich, daraus irgend etwas für die Lösung der uns hier beschäftigenden Aufgabe herzuleiten.

Kerby und Merrick *) in England vervollkommten den Chladni'schen Apparat, und dehnten ihre Beobachtungen auf eine gröfsere Anzahl von Körpern aus; besonders verwandten sie mehr Sorgfalt auf die Bestimmung der zu einem jeden Tone gehörigen Schwingungsanzahl. Kurze Zeit darauf machte Hr. Professor Benzenberg **) in Düsseldorf neue Beobachtungen mittelst eines dem Chladni'schen ganz ähnlichen Apparats, mafs aber die Zahl der Schwingungen eines jeden Tones mit einem Monochorde. Endlich wählte Hr. Richard van Rees die Bestimmung der Geschwindigkeit des Schalls in Gasen zum Gegenstand seiner 1819 in Utrecht vertheidigten Inauguraldissertation ***). Er stellte bei dieser Gelegenheit im Laboratorium des Hrn. Moll eine lange Reihe von Versuchen an, und wie es scheint mit vieler Sorgfalt. Man wird indessen sehen, dafs sie vermöge der Fehler, mit denen sie behaftet sind, eben so wenig wie die vorhergehenden zur Entdeckung des Gesetzes der Erscheinung führen können.

Der Widerspruch zwischen den Resultaten dieser geschickten Physiker liefs kaum hoffen, durch Anwendung derselben Verfahrungsarten zu einer genügenden Lösung der Aufgabe zu gelangen.

Man mufste vermuthen, dafs diese Beobachtungen nicht streng vergleichbar wären, theils, weil die Gase nicht immer von den fremdartigen Beimengungen befreit wurden, theils, weil die Einblasungsart, unabhängig von

*) *Nicholson's Journal, T. XXVII. p.* 269. *und T. XXXIII. p.* 161.

**) Annalen der Physik von Gilbert; neue Folge Bd. XII. S. 12.

***) *Dissertatio physico-mathematica inauguralis de celeritate soni per fluida elastica propagati. Trajecti ad Rhenum* 1819, von welcher man in der *Bibliothèque universelle, T. XV. p.* 102., einen Auszug findet.

jeder andern Ursache, die Höhe des Tones abändern kann. Ich beschlofs daher die mit diesem Gegenstand verknüpften Schwierigkeiten zu ergründen, und, wo möglich, zu besiegen.

Zunächst wollte ich wissen, welchen Grad von Genauigkeit man von dieser Art von Versuchen erwarten dürfe; zu dem Ende liefs ich Pfeifen von verschiedenem Kaliber mit atmosphärischer Luft ertönen. Diese Pfeifen waren mit einem Flöten-Mundloch versehen und besafsen die Verhältnisse, welche die Erfahrung als die besten zur Erhaltung eines vollen und nicht leicht veränderlichen Tones kennen gelehrt hat; sie lagen horizontal in freier Luft, und ich liefs einen Luftstrom mit constanter Geschwindigkeit hindurchgehen, vermittelst eines Gasometers, der mit einer Eprouvette zur Beobachtung der Gröfse des anfänglichen Drucks versehen war. Dieser Druck betrug gewöhnlich 3 Centimeter Wasser.

Um seine Theorie zu prüfen hatte schon Daniel Bernoulli die Töne zweier ungleich langer gedeckter Pfeifen verglichen *); allein der eine dieser Töne wurde dadurch erhalten, dafs man mit dem in einiger Entfernung gehaltenen Munde in die unten geschlossene Pfeife blies. Alle, welche diesen Versuch angestellt, wissen aber, dafs ein so hervorgebrachter Ton weder deutlich noch anhaltend genug ist, als dafs man bei den Accorden eine grofse Genauigkeit verbürgen könnte. Ueberdiefs kann man auf diese Weise nur die Relation ermitteln, welche zwischen den Längen der schwingenden Säulen und den ihnen entsprechenden musikalischen Intervallen stattfindet; allein er hat auch gesucht auf dem Wege der Erfahrung die absolute Schwingungsanzahl zu bestimmen, welche ein Ton einer Pfeife von gegebener Länge macht.

Seine Formel gab 115 Schwingungen auf die Secunde für den Ton einer 4 Fufs langen gedeckten Pfeife,

*) *Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 1762., *p.* 467.

und die Zahl der Schwingungen einer mit ihm in Einklang gebrachten Saite betrug 116. Die Uebereinstimmung schien vollkommen zu seyn; wenn man indefs die Data des Calcüls untersucht, so sieht man, dafs er das Verhältnifs der Dichte des Quecksilbers zu der der Luft unter 28 Zoll Barometerstand zu 12000 angenommen hat. Diefs würde eine Temperatur von 39° C. voraussetzen, ohne Zweifel eine weit höhere als die, welche die Luft im Augenblick des Versuchs besafs, übrigens nicht angegeben wurde. Wenn man endlich, statt der aus der älteren Theorie abgeleiteten Geschwindigkeit, die im Freien beobachtete Schallgeschwindigkeit in die Formel einführt, so findet die Uebereinstimmung, die Bernoulli wahrzunehmen glaubte, nicht mehr statt; denn man findet, dafs dem Tone der 4füfsigen gedeckten Pfeife bei seinem Versuche, in der gewöhnlichen Temperatur von 20°, hätten 132,7 Schwingungen in der Secunde entsprechen müssen, statt 116, wie es die schwingende Saite gab. Der Versuch von Bernoulli ist zu der Bestätigung, um die es hier sich handelt, also unzulänglich.

Derselbe Mathematiker hat ein sehr sinnreiches und anscheinend einer grofsen Genauigkeit fähiges Verfahren angegeben, die Länge der Luftsäulen, die bei offener Mündung schwingen, zu messen. Diefs Verfahren besteht wie bekannt darin, dafs man in die tönende Röhre einen graduirten Stempel so weit hineinschiebt, bis sie denselben Ton giebt, welchen sie offen gab. Der Abstand der Vorderfläche des Stempels von der Mündung der Röhre wird als Länge der Luftsäule genommen, die, bei offner Mündung in der an einem Ende verschlossenen und mit dem Tone der ganz offnen Pfeife in Einklang stehenden Röhre schwingen würde. Diefs Mittel habe ich anfangs bei Pfeifen von sehr verschiedener Länge angewandt, und dabei die Zahl der einem jeden Tone entsprechenden Schwingungen hinzugefügt. In Betreff des letzten Elements hat mir die Sirene des Hrn. Cagniard

de Latour *) nichts zu wünschen übrig gelassen. Wenn man erst mit diesem Instrumente vertraut geworden ist, geht die Genauigkeit seiner Angaben fast in's Unbegränzte. Die Sirene, deren ich mich gewöhnlich bediene, trägt eine ziemlich dicke Scheibe, damit sie während der kurzen Unterbrechungen des Stroms, welcher sie anbläst, eine unveränderliche Geschwindigkeit behalte. Die Windlade einer Grenié'schen Orgel, bei welcher man die Geschwindigkeit des Luftstroms durch einen mehr oder weniger starken Druck auf das Pedal beliebig verstärken kann, dient dazu, der Scheibe eine solche Bewegung zu geben, dafs der Ton der Sirene in Einklang bleibt mit dem, welchen man bestimmen will. Bei reinen und starken Tönen ist das Ohr für sehr kleine Unterschiede empfindlich, und wenn man, wie ich es immer gethan, die Scheibe wenigstens 4 Minuten lang in Bewegung erhält, auch den Einklang wohl beobachtet hat, so sieht man, dafs die einzigen Fehler, welche man beim Auslösen oder beim Anhalten des Zähler-Rades etwa begehen könnte, sich auf ein beliebig grofses Intervall vertheilt finden, und folglich immer mehr und mehr verringert werden, nach einem ähnlichen Principe wie das der Repetition der Winkel.

Es würde überflüssig seyn, Versuche, die sämmtlich auf einerlei Weise angestellt sind, bis in's Einzelne zu beschreiben. Ich begnüge mich daher die Resultate derselben in folgender Tafel aufzuführen:

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XII. p.* 167. *et T. XVIII. p.* 438.

Zustand des Mundlochs.	No. der Versuche.	Länge der Pfeife.	Breite der Pfeife.	Tiefe der Pfeife.	Breite des Mundlochs.	Druck im Gasometer. Wassersäule.	Schwingungszahl in einer Sexagesimalsecunde.	Abstand der Vorderfläche des Stempels von der Mündung der Pfeife.	Temperatur d. Luft beim Versuche.	Schallgeschwindigkeit nach d. Formel $333^m\sqrt{1+0{,}00375.t}$	Schallgeschwindigkeit aus der letzten halben Concameration abgeleitet.
Mundloch offen	4	60^c, 2	25^{mm},5	32^{mm}	5^{mm}	3^c	491,4	33^c, 1	20^0	345^m,2	325, 3
	5	60, 2	25,5	32	5	3	490,6	33, 1	20	345,2	324, 7
	6	60, 2	25,5	32	5	5	504,6	32,45	20,5	345,2	327, 5
	32	60, 2	25,5	32	5	3	495,6	33,16	20,5	345,2	328, 6
	33	29, 1	18,0	23	4	3	973,2	16,77	20,3	345,2	326, 4
	34	29, 1	18,0	23	4	3	973,6	16,78	20,3	345,2	326, 6
	38	127,15	62,0	74	8	3	239,3	67, 6	20	345,2	323, 7
	63	62, 2	14	15	5	3	487,4	32, 9	9	338,5	320, 7
	63 bis	62, 2	14	15	5	3	494	32, 4	9	338,5	320, 1
Mundloch mit einem blechernen Trichter bedeckt	8	60, 2	25,5	32	5	3	466,6	35, 5	20	345,2	331, 28
	9	60, 2	25,5	32	5	3	463,4	36, 3	20	345,2	336, 4
	10	60, 2	25,5	32	5	3	467	35,95	20	345,2	335, 77
Mundloch der Querflöte	13	61	26,5	30	15	3	474,4	33,15	20	345,2	314, 15
	14	61	26,5	30	15	5	476,6	33	20	345,2	314, 5
Mundloch durch eine Bleiplatte verengt	18	60, 2	25,5	32	5	3	948	17, 2	20	345,2	326,
	19	60, 2	25,5	32	5	3	954	17,35	20	345,2	331, 4
	20	60, 2	25,5	32	5	3	953,2	17,35	20	345,2	330, 7

Alle diese Beobachtungen stimmen darin überein,
afs sie die Schallgeschwindigkeit zu klein angeben. Uebri-
ens sieht man, dafs der Fehler beinahe gleich ist, bei
en tiefen und bei den hohen Tönen, und diese Bemer-
ung reicht hin, um die Idee zu entfernen, als rühre er
avon her, dafs die Luftsäule Wärme durch die Wände
er Röhre verloren oder erhalten habe; denn, wenn die-
r Einflufs merklich wäre, würde er bei den tiefern Tö-
en beträchtlicher gewesen seyn, da diese, als von lang-
meren Schwingungen hervorgebracht, längere Zeit hin-
irch der Einwirkung der verzögernden Ursache ausge-
tzt waren.

Da aber die einfachere und mit der Erfahrung mehr
bereinstimmende Theorie, welche Hr. Poisson *) über
e Bewegung der Luft in Flötenröhren gegeben hat, ei-
ige Zweifel über die wahre Länge der letzten halben
oncameration einflöfst; so habe ich versuchen wollen,
b nicht, wie es diese Theorie angiebt, die Messung des
itervalls zwischen zwei auf einander folgenden Knotenflä-
hen zu genäherteren Werthen der Schallgeschwindigkeit
ihren werde. Die folgende Tafel zeigt die Resultate einer
u diesem Zwecke angestellten Reihe von Versuchen.

*) *Mémoires de l'Académie des Sciences;* 1817, *p.* 303.

Abänderungen beim Mundloche.	No. der Versuche.	Länge der Pfeife.	Breite der Pfeife.	Tiefe der Pfeife.	Breite des Mundlochs.	Druck im Gasometer Wassersäule.	Länge der letzten halben Concameration.	Abstand der beiden Knotenflächen.	Temperatur der Luft.	Zahl der Schwingungen in einer Sexagesimalsecunde	Schallgeschwindigkeit nach d. Formel $333^m\sqrt{1+0{,}00375\,t}$	Schallgeschwindigkeit, abgeleitet aus der letzten halben Concameration.	Schallgeschwindigkeit, abgeleitet aus dem gegenseitigen Abstande der beiden Knotenflächen.
Mundloch durch eine Bleiplatte verengt. Die Pfeife springt in die Octave über *).	30	60c,2	25mm,5	32mm	2m,25	3c	16c,2	33,95	20°	990,4	345m,2	321	336,2
	31	60 ,2	25 ,5	32	2 ,25	3	16 ,1	34,18	20	986	345 ,2	317,1	336,6
	35	29 ,1	18	23	2	3	8 ,1	17, 6	20 ,3	1935,2		321,6	340,6
	36	29 ,1	18	23	2	3	8 ,08	17,52	20	1927,2	345 ,2	311,4	337,6
	39	127 ,15	62	23	4	3	33 ,85	71, 6	20	464,6	345 ,2	314,5	332,6
Die Pfeife springt durch ein gröfseres Luftvolumen in die Octave über.	63	62 , 2	14	15	5	3	17 ,08	31, 9	9	984,7	338 ,5	336,4	314,8
Pfeife an einem Ende verschlossen. Ton 3.													
Mundloch durch eine Bleiplatte verengt, so dafs der 2. Ton entsteht.	40	60 , 2	25,5	32	5	3	. . .	43, 6	20	757,2	345 ,2		330,1
	41	60 , 2	25	32	5	3	. . .	43. 6	20	762,6	345 ,2		332,4
	41 bis	60 , 2	25	32	5	3	. . .	43,47	20	761,3			331

*) Bei Anstellung dieser Versuche habe ich Gelegenheit gehabt eine recht sonderbare Thatsache zu beobachten, die deshalb erwähnt zu werden verdient. Wenn man bei einem gewöhnlichen, an beiden Enden offnen, Flöten-

rohre die Gröfse des Mundlochs stufenweise um ein Geringes verändert, so wird man endlich auf eine solche Gröfse gerathen, bei welcher man den Grundton und seine Octave mit gleicher Leichtigkeit erhält. In diesem Falle giebt die Röhre wirklich den tiefsten Ton, wenn man nahe an der Mündung der Röhre, senkrecht gegen deren Richtung, die Luft mit dem Munde erschüttert, wie wenn man ein Licht ausblasen wollte, allein während der den Ton erzeugende Luftstrom mit constanter Geschwindigkeit zu blasen fortfährt, springt der Ton in die höhere Octave über und bleibt darin. Wenn man nun mit einer andern Röhre (ich bediente mich einer Grenié'schen Zungenpfeife) die tiefere Octave etwas stark angiebt, so geht das Flötenrohr in diese tiefere Octave zurück; und diesen Wechsel kann man auf die nämliche Weise so oft, wie man wünscht, wiederholen. Dieser Kunstgriff verstattet einen sehr genauen Vergleich der beiden ersten Töne, die eine und dieselbe, an beiden Enden offne, Pfeife giebt; denn hiebei findet weder in der Geschwindigkeit des Stroms, noch in der Gröfse des Mundlochs eine Aenderung statt, die das Verhältnifs zwischen beiden Tönen stören könnte. Man sieht dadurch, dafs sie fast in aller Strenge um eine Octave aus einander liegen (die Röhre war 60 Centimeter lang und gab das mittlere *ut* der Claviere) Nur durch das Schlagen, welches bei dem einen Ton merklicher wurde, wenn ich ihn mit einem schwachen Ton einer Zungenpfeife begleitete, und bei dem andern mehr hervortrat, wenn ich dieselbe Pfeife stärker ansprechen liefs, habe ich eine geringe Aenderung wahrgenommen.

Diefs ist nicht mehr der Fall bei den beiden Tönen, welche eine und dieselbe Pfeife giebt, je nachdem sie an dem, dem Mundloch gegenüberliegenden, Ende offen oder verschlossen ist; sie liegen nicht genau um eine Octave aus einander. Die gedeckte Pfeife giebt einen Ton, der fast um eine halbe Tonstufe höher ist als die untere Octave des Tons, den man mit der ganz offnen Röhre erhält. Wenigstens ist diefs das Verhältnifs, welches man bei einer Pfeife von der angegebenen Dimension beobachtet.

Nach diesen Beobachtungen nähert sich also die aus dem Abstande der Knotenflächen berechnete Schallgeschwindigkeit am meisten der wirklichen Geschwindigkeit in freier Luft. Es ist sehr merkwürdig, dafs ein und derselbe Versuch durch den Zwischenraum zweier auf einander folgender Knotenflächen ein weniger irriges Resultat liefert, als durch die Länge der letzten halben Concameration. Diefs ist das Resultat, das man mit recht proportionirten, d. h. nach den Regeln der Orgelbauer verfertigten, Pfeifen bekommt; umgekehrt verhält es sich aber mit der Pfeife des 63. Versuchs, die weit länger war, und nur mit Schwierigkeit den Grundton gab; bei der geringsten Verstärkung der Geschwindigkeit des Luftstroms sprang sie in die höheren Töne über.

Aus diesem Allen geht hervor, dafs die absolute Geschwindigkeit des Schalls in freier Luft nicht genau aus der nach dem Verfahren von Daniel Bernoulli bestimmten Lage der Knotenflächen abgeleitet werden kann, wenn auch sonst die Dauer der Schwingungen der Luftsäule keine Ungewifsheit in ihrer Messung übrig läfst.

Die Zahl 333 Meter, welche ich für die Schallgeschwindigkeit bei 0° angenommen habe, ist das Mittel aus einer sehr grofsen Zahl von Beobachtungen, die wenig von einander abweichen. Ich habe durch directe Versuche ausgemacht, dafs der Coëfficient $\sqrt{1+0,00375.t}$ ein getreuer Ausdruck der von den Ungleichheiten der Temperatur abhängigen Veränderungen ist, wenigstens zwischen 4° und 22° C. So z. B. habe ich gefunden, dafs eine Pfeife, welche bei 22° einen Ton von 500 Schwingungen in der Secunde giebt, bei derselben Theilungsart der Luft, in der Temperatur 4° nur einen Ton von 484,8 Schwingungen hervorbringt. Wenn man nun von dem ersten Ton ausgeht, giebt die Formel für den zweiten 484,2, welche Zahl nur um ein Tausendstel von der durch Beobachtungen gefundenen abweicht.

Wir haben schon, als der Erfahrung zuwider, die An-

Annahme verworfen, dafs die Wände der Pfeife auf die Temperatur der Luftsäule, während der verschiedenen Perioden ihrer Oscillationen, von Einflufs gewesen seyen. Wird aber, wie es nach Hrn. Poisson bei einem starren Mittel der Fall ist, die Schallgeschwindigkeit in einer abgesonderten Säule eines elastischen Fluidum geringer seyn, als in einer nach allen Richtungen unbegränzten Masse derselben Flüssigkeit? Die Verschiedenheit der Constitution der starren und gasigen Körper giebt dieser Vermuthung eine geringe Wahrscheinlichkeit. Viel wahrscheinlicher scheint mir der Widerspruch, den wir zwischen den Resultaten der Theorie und denen der Erfahrung beobachtet haben, davon herzurühren, dafs man in der mathematischen Theorie der Flöten voraussetzt, die Schwingungen geschähen parallel der Axe der Röhre, und senkrecht gegen diese fände keine Bewegung statt; diefs ist aber bei der gewöhnlich angewandten Art von Mundloch nicht der Fall, wovon Hr. Savart sich durch sehr entscheidende Versuche überzeugt hat *). Aus der Gesammtheit meiner Beobachtungen bin ich sehr zu glauben geneigt, dafs die Knotenflächen, welche sich bei der offnen Pfeife bilden, nicht dieselbe Gestalt und örtliche Lage haben, wie dann, wenn man nach Einschiebung des Stempels den nämlichen Ton mit der Pfeife erhält.

Ich wollte wissen, ob man mit einer Erschütterungsart, die den Voraussetzungen der Theorie mehr entspreche, wohl zu einer genaueren Uebereinstimmung gelangen werde. Ich versuchte daher die Luftsäule, die in einer an einem Ende verschlossenen Pfeife enthalten war, dadurch zu erschüttern, dafs ich vor dem offnen Ende eine elastische Scheibe, deren Ton sehr genau bestimmt werden konnte, erzittern liefs. Anfangs nahm ich dazu eine blofse Stimmgabel, und stellte eine ihrer Zinken in die Ebene der Mündung einer Röhre, welche ich durch Hineinschüttung von Quecksilber verkürzte, bis ihr Ton mit

*) *Ann. de chim. et de phys. T. XXIX. p.* 406.

dem der Stimmgabel übereinstimmte und zugleich der möglich stärkste war. Wenn nun die Länge der Röhre gemessen wurde, so konnte man wie vorhin daraus einen Werth für die Schallgeschwindigkeit ableiten. Bei Anstellung dieser Versuche überzeugt man sich leicht von der Wahrheit des Resultats, zu dem Hr. Poisson durch seine Theorie geführt worden ist, nämlich: dafs ein und dasselbe Rohr eine Unzahl wenig von einander abweichender Töne geben kann, oder, was dasselbe ist, dafs ein und derselbe Ton durch verschiedene Röhren hervorgebracht werden kann. Ich habe indefs immer diejenige Tiefe angewandt, welche dem stärksten Ton entspricht.

Bei der Temperatur 20° C. bringt ein elastischer Stab, der einen Ton von 504 Schwingungen in der Secunde macht, am stärksten eine Luftsäule zum Tönen, die 33,2 Centimet. lang und in einer am einen Ende verschlossenen Röhre enthalten ist. Betrachtet man die Länge dieser Säule als die letzte halbe Concameration (einer längern tönenden Luftsäule), so würde ihr eine Schallgeschwindigkeit von 334 Meter entsprechen, statt der von $345^{m},2$.

Ich liefs nun eine Kupferscheibe von 2 Centimeter im Durchmesser an jede der Zinken einer andern Stimmgabel löthen, wodurch diese um eine Terz und eine Vierteltonstufe herabgestimmt wurde. Ich bestimmte nun die Schwingungszahl, welche das Instrument nach dieser Abänderung machte, und liefs es dann vor der Mündung einer Röhre schwingen, deren Tiefe ich nach Belieben veränderte. Ich bestimmte die Tiefe, bei welcher sie den stärksten Ton angab.

Zahl der Schwingungen	664,4
Tiefe der Röhre, nach der Beobachtung	$22^{c},9$
Tiefe der Röhre, nach der Theorie	25 ,9.

Mithin führt auch diese Erschütterungsart, obgleich sie Schwingungen parallel der Axe hervorbringen mufs,

noch auf eine zu geringe Schallgeschwindigkeit; diefs rührt aber offenbar davon her, dafs die Mündung der Röhre durch die Gegenwart der schwingenden Scheibe mehr oder weniger bedeckt wird. Wirklich sieht man auch beim zweiten Versuche, wo die elastische Scheibe einen gröfsern Theil der Mündung bedeckte, einen gröfseren Unterschied; da es hier überdiefs sich darum handelt, die Stärke mehrerer auf einander folgender Töne zu vergleichen, so darf man von einem hierauf gegründeten Verfahren keine für den uns beschäftigenden Gegenstand hinlängliche Genauigkeit erwarten.

Durch die hier beigebrachten Versuche scheint es mir wohl ausgemacht, dafs die von der Theorie nachgewiesene Beziehung zwischen der Schallgeschwindigkeit in freier Luft und der beobachtbaren Länge der sich in einem Flötenrohr bildenden Abtheilungen sich nicht genau bestätigt. Ich beabsichtigte noch einige andere Versuche, geeignet, diesen Widerspruch auf eine noch augenscheinlichere Weise darzuthun; allein, um mich nicht zu weit von dem Hauptgegenstande meiner Untersuchungen zu entfernen, versicherte ich mich für den Augenblick nur, ob in allen Gasen die Messung der Schallgeschwindigkeit mit diesem Fehler, woraus er auch sonst entstehe, auf eine verhältnifsmäfsige Weise behaftet sey. Ich gestehe, dafs es mich bei Lesung der Abhandlung des Hrn. **Biot** über diesen Gegenstand *) fast entmuthigte, als ich sah, dafs dieselbe Röhre, durch die nach einander mehrere elastische Flüssigkeiten geblasen wurden, sich in schwingende Säulen von sehr ungleicher Länge eintheilte. Indefs, da mir die Ursache dieser Ungleichheit sehr genügend erklärlich schien, auch ich überdiefs auf die Bestimmung des Gegenstandes dieser Untersuchungen eine grofse Wichtigkeit legte, so wollte ich selbst erfahren, welche Hindernisse hier zu überwinden wären. Ich setzte demnach einen Apparat zusammen, welcher erlaubte, sowohl

*) *Bulletin de la société philomatique;* 1816, *p.* 192.

die Töne einer Pfeife, die man successiv mit verschiedenen Gasarten ansprechen liefs, möglichst scharf zu vergleichen, als auch zu untersuchen, welche Verschiebungen die Knotenflächen bei Ersetzung eines Gases durch ein anderes erleiden würde. In der Besorgnifs, dafs ein veränderlicher Impuls bei den verschiedenen Gasarten auf das Resultat einwirken könne, habe ich mich bestrebt, die Versuche möglichst vergleichbar zu machen.

Das Flötenrohr war in einem grofsen, von innen und aufsen mit Blei beschlagenen Holzkasten befindlich, und empfing das Gas, welches durch ein zerfliefsliches Salz oder durch gebrannten Kalk ausgetrocknet worden, unter constantem Druck aus einem Gasometer. Gegenüber der Wand, welche mit der Windlade in Verbindung stand, waren drei Löcher in den Kasten gebohrt. Das eine war durch eine Glasscheibe, hinter der ein Thermometer stand, verschlossen; in das mittlere Loch war ein grofses Glasrohr eingesetzt, welches durch einen einzuschraubenden Stöpsel verschlossen werden konnte; in dem dritten Loch endlich befand sich eine Lederbüchse, durch welche ein Stab ging, bestimmt in die Flötenröhre einen Stempel zu schieben, mittelst dessen man die Lage der Knotenfläche ermittelte. Nachdem der Kasten, der, um den atmosphärischen Druck aushalten zu können, inwendig mit Querstützen versehen war, mittelst einer an eine Luftpumpe geschrobene Bleiröhre luftleer gemacht worden, wurde er mit irgend einem Gase gefüllt. Wenn dann der Stöpsel abgeschroben wurde, strömte das Gas, welches die Flöte zum Ertönen brachte, unter dem constanten Druck der Atmosphäre aus, ohne dafs sich die äufsere Luft mit dem inwendig befindlichen Gase mischen konnte. Nachdem man nun, bei offnem Rohr, den Grundton bei einem Gase in Einklang (mit dem Tone der Sirene. *P.*) gebracht hatte, schob man, bei fortgesetztem Ausströmen des Gases und Ertönens der Röhre, den Stempel so weit hinein, bis man wieder den anfänglichen

Ton erhielt. Die Gröfse, um welche man den Stempel hineinschieben mufste, gab dann in jedem Fall die Lage der Knotenfläche zu erkennen. Die gesammten Vorsichtsmafsregeln, die ich zur Vergleichbarmachung der Resultate getroffen hatte, liefsen mich bald einsehen, dafs, der Behauptung meines gelehrten Kollegen zuwider, die Natur des Gases keine Veränderung in der Theilungsart einer Säule von gleicher Länge hervorbringt. Wenn man die absolute Geschwindigkeit der Fortpflanzung des Schalls in verschiedenen Gasarten aus dem Abstande der Knotenfläche von der Mündung der Röhre zu bestimmen sucht, so findet man einen noch gröfseren Fehler wie in den zuvor erwähnten Beispielen; denn bei derselben Zahl von Schwingungen ist die Säule kürzer. Es würde sich beinahe eben so machen, wie wenn man, bei der gewöhnlichen Einrichtung, die nach Seite des Mundlochs liegende letzte halbe Unterabtheilung als Grundlage nähme. Durch die zufälligen Verhältnisse in der Länge und dem Durchmesser des Ausflufsrohres geschahe es sogar in meinem Apparate, dafs die Knotenfläche beinahe in der Mitte der Pfeife lag, d. h. dafs der Einflufs aller äufseren Theile beinahe eben so grofs wie der des Mundlochs war. Ich glaube nicht, dafs man in etwas anderem, als in der im Vergleich zur Mündung der Röhre geringeren Gröfse des Mundloches, den Grund suchen darf, weshalb in einer offnen und den Grundton gebenden Pfeife die beiden Abtheilungen diefs- und jenseits der Knotenfläche von ungleicher Länge sind. In der That sieht man aus dem von mir beschriebenen Versuch, dafs Alles, was die Bewegung der Luft auf Seite der Mündung hindert, ein Vorrücken der Knotenfläche nach dieser Seite, d. h. eine Verkürzung der schwingenden Säule zur Folge hat. Wie dem auch sey, soviel ist gewifs, dafs bei Gasen von den verschiedensten physischen Eigenschaften, wie z. B. beim Wasserstoffgase und Kohlensäuregase, die Knotenfläche sich genau an derselben Stelle befindet. Dieser Punkt

ist zu wichtig, als dafs ich nicht hätte suchen sollen ihn aufser Zweifel zu setzen; auch habe ich ihn nicht eher als eine positive und allgemeine Thatsache angenommen, als bis ich ihn bei sechs verschiedenen Gasarten bestätigt gefunden. Ist aber dieser Satz einmal erwiesen, so reicht er offenbar hin die Zahl von Schwingungen zu bestimmen, die den Tönen einer und derselben successiv durch mehrere Gase angeblasenen Pfeife entsprechen; und diese Zahlen werden die Verhältnisse der Fortpflanzungsgeschwindigkeiten des Schalls in allen diesen Gasarten ausdrücken. Man wird demnach den Werth des Verhältnisses der specifischen Wärme bei constantem Druck zu der specifischen Wärme bei constantem Volumen für alle andere Gase als die atmosphärische Luft durch eine sehr einfache Rechnung *) bestimmen können. Bei der atmosphärischen Luft ist diefs Verhältnifs bekannt durch den Vergleich der wirklichen Schallgeschwindigkeit mit der nach der Newton'schen Formel berechneten. Die folgende Tafel enthält die Resultate von sechs Gasarten, die aus denen, welche man sich in hinlänglich grofser Menge verschaffen kann, ausgewählt wurden.

*) Es seyen n und n' die Schwingungsmengen in einer Secunde der beiden Töne, welche ein und dieselbe Pfeife giebt, erstlich mit atmosphärischer Luft und darauf mit einem andern Gase, dessen Dichte, gegen die der Luft als Eins, $=P$ ist; k sey, für die atmosphärische Luft das Verhältnifs der beiden specifischen Wärmen bei constantem Druck und bei constantem Volumen, k' dieselbe Gröfse für ein anderes Gas; so hat man die sehr einfache Beziehung:

$$n:n'::\sqrt{(1+0{,}00375.t)}.\sqrt{k}:\frac{\sqrt{(1+0{,}00375.t')}.\sqrt{k'}}{\sqrt{P}};$$

worin k' die einzige unbekannte Gröfse ist.

Namen der Gase.	Töne einer u. derselben Pfeife von 60 Centimet. Länge.	Zahl der Schwingungen in einer Sexagesimalsecunde.	Temperatur nach d. Centesimalskale.	Beim Calcul für die Dichten der Gase genommene Zahlen.	Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls bei 0° C., nach d. Newton'schen Formel.	Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls bei 0° C., abgeleit. aus d. Tone eines jeden Gases.	Verhältniſs d. spec. Wärme bei constantem Druck zur spec. Wärme bei constant. Volumen.	Spec. Wärme bei constantem Volumen, die d. Luft zur Einheit genommen.	Spec. Wärme bei const. Druck, die der Luft zur Einheit genommen.	Spec. Wärme bei const. Druck nach d. Beobacht. v. de Laroche u. Bérard.	Temperaturerhöh. durch eine Verdicht. v. $\frac{1}{267}$ des ursprüngl. Vol., bei 0° u. unter $0^m,76$ vorausgesetzt
Atmosphär. Luft	*ut* 1	500,4	22°	1	$279^m,29$	333^m	1,421	1	1	1	0°,421
Sauerstoffgas	+*si*–1	474,9 475,2 474,5	21	1,1026	266	317 ,17	1,415 1,417 1,413	1	1	0,976	0 ,421
Wasserstoffgas	–*si* 3	1883,6 1881	17	0,0688	1064 ,8	1269 ,5	1,409 1,405	1	1	9,903	0 ,421
Kohlensäuregas	*sol*–1	393,18 392,68	22 20,5	1,524	226 ,24	261 ,6	1,337 1,340	1,249	1,175	1,258	0 ,337
Kohlenoxydgas	+*ut* 1	501,3 503,07	15	0,974	283	237 ,4	1,423 1,433	1	1	1,034	0 ,423
Stickstoffoxydg.	*sol*–1	392,7	20,5	1,527	226	261 ,9	1,343	1,227	1,16	1,35	0 ,343
Oelbildend. Gas	–*si*–1	466,9	16	0,981	281 ,99	314	1,240	1,754	1,531	1,553	0 ,240
No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.	No. 5.	No. 6.	No. 7.	No. 8.	No. 9.	No. 10.	No. 11.	No. 12.

Es ist vor Allem beim Wasserstoffgase, wo meine Resultate von denen der früheren Beobachter abweichen. Bei der geringen Dichtigkeit dieses Gases werden hier die Fehler, die von der zufälligen Beimengung eines andern Gases oder eines Dampfes entstehen, aufserordentlich grofs. Mit aller der zu seiner Reinheit nöthigen Sorgfalt bereitet, giebt es einen fast um zwei Octaven höheren Ton als das Sauerstoffgas. Chladni hatte fast niemals mehr als eine Octave und eine kleine Terz, zuweilen nur eine Octave gefunden. Die von Hrn. Van Rees erhaltene Zahl, obgleich weniger unrichtig, ist dennoch um ein Neuntel kleiner, als es die Newton'sche Formel verlangt. Die Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Schalls in diesem Gase würde also durch die Wirkung abwechselnder Verdichtungen und Verdünnungen nicht vergröfsert, sondern verringert worden seyn, was nach der bestehenden Theorie unbegreiflich gewesen wäre *). Uebrigens hätten die Fehler weit schwächer seyn können und

*) In Hrn. Young's grofsem Werke: *Lectures on natural philosophy, Vol. II. p.* 409., findet sich eine Stelle, welche glauben lassen könnte, als habe der Verf. selbst Versuche zur Bestimmung der wirklichen Geschwindigkeit des Schalls in elastischen Flüssigkeiten angestellt; obgleich er keine Zahl und keine genaue Angabe seiner Resultate beibringt. Hr. Young begnügt sich zu sagen, „es scheine (ich übersetzte buchstäblich) nach den Versuchen über die Töne, die verschiedene Gasarten geben, dafs die Correction wegen der Schallgeschwindigkeit beinahe gleich (*nearly the same*) für alle sey." Diese Beobachtung entfernt sich sehr von dem Schlusse, zu welchem meine Arbeit führt; denn unter den in vorhergehender Tafel aufgeführten Gasarten, die ohne Zweifel noch nicht die Extreme umfassen, schwankt die Correction, um die es sich handelt, vom Einfachen bis zum Doppelten. Die theoretischen Resultate des Hrn. Ivory stimmen nicht besser mit meinen Untersuchungen, weil nach dieser Theorie das Verhältnifs der beiden specifischen Wärmen oder der Factor, mit dem man die theoretische Schallgeschwindigkeit multipliciren mufs, um die wirkliche zu erhalten, *gleich* seyn müfste für alle Gase (*Phil. Mag. new series, T. I. p.* 253.).

sie ständen dennoch im Widerspruch mit dem Gesetze der Erscheinung.

Bei dieser Gelegenheit kann ich mich nicht enthalten darauf aufmerksam zu machen, wieviel die Wissenschaft denjenigen Physikern verdankt, deren Arbeiten eine genauere Bestimmung der als Elemente der Theorie täglich gebrauchten numerischen Coëfficienten bezwecken. Um zu den Zahlen, die in der achten Spalte der vorhergehenden Tafel enthalten sind, zu gelangen, und aus ihnen ein physikalisches Gesetz abzuleiten, war es nöthig folgende Elemente zuvor zu kennen: 1) die Intensität der Schwerkraft, 2) das Verhältnifs der Dichte des Quecksilbers zu der der Luft, 3) die Ausdehnungscoëfficienten der Gase und des Quecksilbers, 4) das Verhältnifs der Dichte der elastischen Flüssigkeiten, 5) die wirkliche Geschwindigkeit des Schalls in der Luft, und endlich 6) die Dauer der Schwingungen einer gleich langen Säule von allen Gasen. Ein etwas beträchtlicher Fehler, selbst bei einem einzigen dieser Elemente, würde verhindert haben, die zwischen den uns beschäftigenden Erscheinungen stattfindende Beziehung wahrzunehmen.

Die Zahlen, welche das Verhältnifs der beiden specifischen Wärmen bezeichnen, sind sämmtlich gröfser als Eins. Diefs mufs so seyn, weil man die specifische Wärme bei den constanten Volumen zur Einheit angenommen hat, und weil die Wärmemenge, welche zu einer gleichen Temperaturerhöhung erfordert wird, bei einer Ausdehnung gröfser ist als bei ungeändertem Volumen. Wenn man also die Wärmemenge, die erforderlich ist, um eine gewisse Gasmasse, deren Volumen unveränderlich bleibt, z. B. um einen Grad in ihrer Temperatur zu verändern, zur Einheit annimmt; so wird die Wärmemenge, welche nöthig ist, um dieselbe Masse, sobald sie sich unter ihren anfänglichen Druck frei ausdehnen kann, um einen Grad zu erwärmen, 1,421 betragen, und das Volumen der Masse, wenn man von der Tempera-

tur 0° ausgeht, um $\frac{1}{267}$ zunehmen. Man nehme nun an, dafs die Masse, nachdem sie diese Temperatur- und Volumensänderung erlitten hat, plötzlich und ohne Wärme zu verlieren auf ihr früheres Volumen zurückgeführt werde; dann wird die Temperaturerhöhung, welche sich einstellt, gänzlich herrühren von der Wärmeportion, die der blofsen Volumensänderung entspricht, von der Wärmemenge, welche dieselbe Masse bei einer Ausdehnung von $\frac{1}{267}$, ohne Temperaturveränderung, absorbiren würde; und da die Wärmecapacität, für das ursprüngliche Volumen, zur Einheit genommen ist, so wird der Ueberschufs 0,421 der ersten Zahl über die Einheit das Maafs des thermometrischen Effectes seyn, welcher, in der Masse bei constantem Volumen, durch die bei einer Verdichtung von $\frac{1}{267}$ entwickelte Wärme hervorgebracht werden würde. Dieselbe Schlufsfolge läfst sich auf alle übrigen elastischen Flüssigkeiten anwenden, und man kann so die Temperaturerhöhungen, die in allen diesen Körpern bei einer gleich grofsen Zusammendrückung erfolgen würden, mit einander vergleichen.

Man sieht, dafs beim Sauerstoffgase, beim Wasserstoffgase und bei der Luft, d. h. bei den einfachen Gasen, das Verhältnifs der specifischen Wärmen sehr nahe gleich ist. Da man diese Coëfficienten bekommt, indem man die unmittelbar durch Beobachtung erhaltenen Zahlen zum Quadrat erhebt, so wird man keine Schwierigkeit darin finden, die kleinen Unterschiede, die man bei ihnen wahrnimmt, den Beobachtungsfehlern zuzuschreiben.

Da der Bruch, den diese Coëfficienten darstellen, als Ausdruck der Temperaturerhöhung, die diese Gase durch eine plötzliche Verdichtung von $\frac{1}{267}$ ihres Volumens bei 0° erleiden, betrachtet werden kann; so folgt daraus, dafs diese Gase bei einer gleichen Verdichtung eine gleiche *Temperaturerhöhung* erfahren. Da es nun erwiesen ist, dafs die einfachen Gase unter constantem

Druck eine gleiche specifische Wärme besitzen *), so wird diefs am einfachsten und wahrscheinlichsten durch die Annahme erklärt, dafs diese Gase auch bei constantem Volumen eine gleiche specifische Wärme besitzen, und dafs sie alle bei einer gleichen Condensation eine gleiche absolute Wärmemenge entwickeln. Was die übrigen gasigen Substanzen betrifft, so sieht man, dafs das Verhältnifs der beiden specifischen Wärmen im Allgemeinen desto kleiner wird, je gröfser die Wärmecapacität des Gases ist, welchem dieser Coëfficient angehört; folglich ist die *Temperaturerhöhung*, welche in verschiedenen Gasen durch eine gleiche Condensation hervorgebracht wird, desto geringer, je gröfser die specifische Wärme ist.

Man wird hiedurch zu der Untersuchung geführt, ob diese Temperaturunterschiede bei den verschiedenen Gasen nicht *alleinig* von den Unterschieden ihrer Wärmecapacität herrühren. Die Verhältnisse, welche aus dieser Annahme zwischen den specifischen Wärmen der vier von mir geprüften zusammengesetzten Gase hervorgehen würden, finden sich in der neunten Columne der vorhergehenden Tafel; und wenn man die specifischen Wärmen unter constantem Druck, immer in derselben Hypothese, berechnet, so kommt man auf Zahlen, die von denen, welche Bérard und Laroche durch unmittelbare Beobachtungen erhielten, sehr wenig abweichen, wie man sieht, wenn man die Columne No. 10. und No. 11. der Tafel S. 471. gegen einander hält **).

*) *Ann. de chim. et de phys. T. X. p.* 406.

**) Wenn die Ungleichheiten der thermometrischen Effecte, die in allen Gasen durch eine plötzliche Dichtigkeitsänderung von gleicher Gröfse hervorgebracht werden, alleinig von einer Verschiedenheit der Wärmecapacität abhangen, so müssen die entsprechenden Temperaturveränderungen sich umgekehrt wie die specifischen Wärmen *bei constantem Volumen* verhalten. Da z. B. die entsprechenden Temperaturänderungen, welche Luft

Es verhält sich demnach mit den zusammengesetzten Gasen eben so wie mit den einfachen Gasen, und wir werden zu dem, durch seine Einfachheit merkwürdigen, Gesetze geleitet:

1) *Dafs alle Gase, wenn man bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck ein gleiches Volumen von ihnen nimmt, und plötzlich um einen gleichen Bruchwerth dieses Volumens zusammendrückt oder ausdehnt, eine gleiche absolute Wärmemenge entwikkeln oder verschlucken.*

2) *Dafs die Temperaturänderungen, die daraus erfolgen, sich umgekehrt, wie die specifischen Wärmen bei constantem Volumen verhalten.*

Beiläufig mufs ich hier bemerken, dafs, wenn die zusammengesetzten Gase sämmtlich eine gleiche specifische Wärme, unter constantem Volumen, besäfsen, wie es die HH. de La Rive und Marcet glauben, und, wenn die von den HH. de La Roche und Bérard beobachteten Unterschiede eine Folge wären der Ungleichheit der Wärmemengen, welche aus einer die Erkaltung eines unter constantem Druck befindlichen Gases begleitenden Volumensveränderung hervorgehen, alsdann

und Kohlensäure erleiden, 0,421 und 0,337 sind; so wird man das Verhältnifs der specifischen Wärmen dieser beiden Gase, bei unveränderlichen Volumen, durch die Proportion 0,421 : 0,337 :: x : 1 erhalten, welche giebt x=1,249. Die Wärmecapacität der Kohlensäure wird demnach um ein Viertel gröfser als die der Luft seyn, wenn die Volumina sich nicht ändern können. Will man aber die Wärmecapacitäten dieser beiden Gase unter constantem Druck vergleichen, so wird man das Verhältnifs derselben finden, wenn man 0,421 zu den beiden Gliedern der vorhergehenden Proportion addirt; und, wenn man demnach die spec. Wärme der Luft unter constantem Druck zur Einheit nimmt (wohl zu merken, dafs diese Einheit nicht denselben Werth wie die frühere hat, obgleich sie sich noch auf denselben Körper bezieht), so findet man die Wärmecapacität der Kohlensäure durch die Proportion 1,421 : 1,249+0,421 :: 1 : x=1,175. Die übrigen Zahlen sind auf dieselbe Weise erhalten.

die thermometrischen Effecte, von denen wir sprachen, sich hinsichtlich der Gröſse in umgekehrter Ordnung zeigen müſsten. So z. B. müſste das ölbildende Gas bei seiner Compression eine merklich gröſsere Temperaturerhöhung als die atmosphärische Luft liefern, obgleich es eine fast zweimal schwächere giebt. Vielleicht findet man die Anzahl der Gase, auf welche gegenwärtig das obige Gesetz gegründet ist, nicht groſs genug, um diesem alle wünschenswerthe Sicherheit zu geben; allein abgerechnet, daſs die specifische Wärme bei constantem Druck bisher nur für die von mir untersuchten Gase bestimmt worden ist, finde ich mich in die Nothwendigkeit versetzt, meine Apparate zu verändern, um mit andern Gasen zu experimentiren. Bei meinen ersten Versuchen war ich gezwungen der tönenden Pfeife eine beträchtliche Länge (60 Centimeter) zu geben, und folglich auch der sie umschlieſsenden Hülle eine ebenfalls beträchtliche Gröſse, weil es unumgänglich nöthig war, mehrere Gase, unter denen das Wasserstoffgas nicht fehlen durfte, unter völlig gleichen Umständen mit einander zu vergleichen. Bei Anwendung kleinerer Dimensionen würden wohl die meisten Gase leicht bestimmbare Töne gegeben haben; allein der Ton des Wasserstoffgases hätte so hoch ausfallen können, daſs eine genaue Bestimmung der Anzahl seiner Schwingungen nicht möglich gewesen wäre, zumal die ihm eigne Schwäche ihn noch undeutlicher gemacht haben würde. Der Kasten, den ich bisher gebrauchte, war so groſs, daſs wenigstens 100 bis 120 Liter Gas zu jeder Beobachtung erforderlich waren, und, vermöge der Natur des Processes, konnte diese Masse nur ein einziges Mal angewandt werden. Die Vorbereitungen zu diesen Versuchen wurden dadurch sehr lästig und sehr kostbar; allein gegenwärtig, da es nicht mehr nöthig ist, das Wasserstoffgas in die Reihe der zu untersuchenden Substanzen zu bringen, kann man das Volumen des Kastens beträchtlich kleiner nehmen;

da die Töne der meisten Gase innerhalb des Intervalls einer Quinte liegen. Nachdem ich das Gesetz noch bei einigen andern Körpern bestätigt, und dadurch völlig festgestellt haben werde, hoffe ich dasselbe zur Bestimmung der specifischen Wärme anderer Gase, für welche man noch keine directe Beobachtungen besitzt, anwenden zu können. Ich muſs auch meinem Apparate noch einige nothwendige Abänderungen geben, damit ich untersuchen kann, welche Veränderungen die von mir in dieser Abhandlung bestimmten Coëfficienten durch eine Aenderung der Temperatur und des Druckes erleiden. Schon habe ich einige Versuche in der Absicht gemacht, das Gesetz aufzufinden, nach welchen die specifischen Wärmen sich bei bekannten Aenderungen im Drucke verändern; allein diese Versuche sind noch nicht genug vervielfältigt, als daſs ich mich auf ihre Resultate verlassen könnte. Dieſs wird der Gegenstand einer zweiten Abhandlung seyn, in der ich auch die Gesetze der specifischen Wärme der zusammengesetzten Gase in Bezug auf deren Zusammensetzung untersuchen werde. Die vier in der Tafel enthaltenen Beispiele stimmen mit dem von mir für die Wärmecapacität der zusammengesetzten Gase aufgestellten Gesetze überein *); allein es kann zu nichts führen, bis man nicht Beobachtungen über alle die bei der Verbindung einfacher Gase bekannten Contractionsarten besitzt. Unter den wichtigeren Folgerungen aus dem vorhin aufgestellten Gesetze will ich nur eine erwähnen, die indeſs noch einiger Versuche zu ihrer völligen Begründung erfordert. Wenn, unter gleichen anfänglichen Umständen, die permanenten Gase, die einfachen wie die zusammengesetzten, bei einer gleichen Condensation eine gleiche absolute Wärmemenge entwickeln, so werden auch die Dämpfe diesem Gesetze folgen müssen, sobald man dafür sorgt den Vergleich auf die Weise anzustellen, daſs der Abstand der Theilchen sowohl vor als nach der

*) *Ann. de chim. et de phys. T. X. p.* 407. *et* 408.

Condensation bei den verglichenen Flüssigkeiten derselbe ist. Man sieht nun, weshalb die latenten Wärmen, auf bisherige Art gemessen, keinem Gesetze unterworfen schienen. Betrachtet man sie unter diesem neuen Gesichtspunkt, so bieten sie nur einen besonderen Fall on dem allgemeinen Gesetze dar, welches ich heute aufustellen gesucht habe. Ich habe dieses, obgleich auf ine unvollkommne Weise, bereits vor zwölf Jahren durch Beobachtungen ermittelt, die ich aber damals nicht bekannt achte, weil ich, den Schlüssel zu dieser Theorie noch icht besitzend, meine Untersuchung für erfolglos halten ufste. Uebrigens begnüge ich mich hier damit, diese Idee nzudeuten; ich werde sie mit aller der Ausführlichkeit, die ie verdient, im zweiten Theile dieser Arbeit aus einanersetzen.

V. *Untersuchung des Fergusonits und des Epidote manganésifère*; von *Victor Hartwall.*

(Aus den *Kongl. Vetensk. Acad. Handl. f.* 1828. *p.* 167.)

Fergusonit.

Diefs Mineral kommt zu Kikertaursak, unweit des Cap Farewell, in Grönland vor. Wegen seiner Aehnlichkeit mit dem Yttro-Tantalit hat man es bisher zu dieser Mineralspecies gerechnet. Haidinger hat indefs gezeigt, dafs es in seiner Krystallform von dieser abweicht. Ich mufs hier auf die von diesem gelieferte mineralogische Beschreibung des Fossils verweisen *), und will hier nur anführen, wie es sich, nach der Angabe des Hrn. Prof. Berzelius, vor dem Löthrohr verhält.

„Für sich auf Kohle giebt der Fergusonit eine Spur

*) Man findet sie, nebst einer Abbildung des Fossils, in diesen Ann. Bd. 81. S. 166. *P.*

von Wasser, dann wird er erst dunkel und darauf blafs-gelb. Auf Kohle ist er unschmelzbar.

Vom Borax wird er träge aufgelöst; das Glas ist gelb, so lange es warm ist. Das Ungelöste ist weifs. Das gesättigte Glas kann unklar geflattert werden; es erhält dann eine schmutzig gelbrothe Farbe.

Vom Phosphorsalz wird es langsam aufgelöst; das Ungelöste ist weifs. Das Glas ist im Oxydationsfeuer gelb, dagegen im Reductionsfeuer farblos oder, bei hinreichender Sättigung, in's Rothe fallend. Es wird dann beim Erkalten oder Flattern leicht unklar, was aber bei einem mäfsigen Zusatz der Probe nicht der Fall ist.

Von Soda wird es, ohne sich aufzulösen, zersetzt, unter Zurücklassung einer röthlichen Schlacke."

Die Analyse, welche mir vergönnt war in Hrn. Prof. Berzelius's Laboratorium anzustellen, habe ich auf folgende Weise bewerkstelligt.

a) 1,156 Grm. geschlemmten und getrockneten Steinpulvers wurden in einem Platintiegel mit ungefähr dem zwölffachen Gewichte an feingeriebenem sauren schwefelsauren Kali vermischt. Die geschmolzene Masse wurde mit Wasser ausgelaugt, und darauf das Ungelöste auf ein Filtrum gebracht, gewaschen und mit Hydrothion-Ammoniak behandelt, wodurch es grün wurde. Nach Abfiltration der Flüssigkeit wurde das Uebrige mit concentrirter Salzsäure behandelt, welche 0,5128 Grm. ungelöst liefs, die sich vor dem Löthrohr als Tantalsäure verhielten. Nach Zusatz von Zinn gab diese nicht die Reaction auf Titan, und, mit flufssaurem Natron und Schwefelsäure behandelt, entwickelte sie keine kieselhaltige Flufsspathsäure; sie war folglich frei von Kieselerde. Das Waschwasser von der Tantalsäure gab, nach Verdunstung, einen Niederschlag, der 0,0393 Grm. wog, und sich wie Tantalsäure verhielt.

b) Die Lösung in Hydrothion-Ammoniak wurde zur Trockne verdunstet, das Schwefelmetall auf ein Filtrum ge-

gebracht, gewaschen und getrocknet. Nach dem Glühen wurde ein weifsgraues Oxyd erhalten, welches 0,0120 Grm. wog, und vor dem Löthrohr mit Natron Zinnkugeln gab.

c) Das in *a* mit Wasser Ausgelaugte wurde mit kaustischem Ammoniak gefällt. Der Niederschlag war anfangs weifs, wurde aber beim Trocknen und Glühen ziegelfarben; er löste sich in Salzsäure unter Entwickelung von Chlor, und gab, als Krystalle von schwefelsaurem Kali hinzugesetzt wurden, schwefelsaures Kali-Ceroxyd, welches auf ein Filtrum gebracht und mit einer gesättigten Lösung von schwefelsaurem Kali gewaschen wurde. Darauf wurde das Doppelsalz in siedendem Wasser aufgelöst, und mit kaustischem Kali gefällt; der Niederschlag wog geglüht 0,0495 Grm.

d) Die Lösung in Salzsäure, mit welcher die Tantalsäure in *a* behandelt worden war, wurde mit kaustischem Ammoniak gefällt, und gab dadurch einen hellen Niederschlag, welcher auf dem Filtrum nachdunkelte und beim Glühen schwarzbraun wurde; er wog 0,0243 Grm. Er wurde siedend mit Salzsäure behandelt, wodurch sich der gröfsere Theil davon auflöste. Das Ungelöste, obgleich es so wenig war, dafs es nicht gewogen werden konnte, schien Tantalsäure zu seyn. Die Lösung in Salzsäure wurde so nahe als möglich mit kaustischem Ammoniak gesättigt, und darauf unter Sieden schwefelsaures Kali in ihr gelöst, so lange noch eine Trübung entstand; der Niederschlag wog 0,0216 Grm. und verhielt sich in Allem wie Zirkonerde. Die durchgegangene Flüssigkeit wurde mit Ammoniak neutralisirt und mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällt; das bernsteinsaure Eisen gab, in einem offnen Gefäfse geglüht, 0,002 Grm. rothen Oxyds.

e) Die in *c* mit Ammoniak ausgefällte Flüssigkeit gab weder mit oxalsaurem Ammoniak noch mit kohlensaurem Kali beim Kochen einen Niederschlag.

f) Die in *c* vom Ceroxyd-Doppelsalz abgesonderte

Flüssigkeit wurde mit kaustischem Kali niedergeschlagen; die gefällte Erde wog 0,4987 Grm. Die Farbe des geglühten Niederschlags war nicht weifs. Vor dem Löthrohr gab er eine schwache Reaction auf Uranoxyd, und aufserdem enthielt er Eisen; er wurde daher mit Salzsäure behandelt, welche 0,0083 Grm. Zirkonerde ungelöst zurückliefs. Die Lösung in Salzsäure wurde verdünnt, mit Ammoniak neutralisirt, und mit schwefelsaurem Kali gefällt; es entstand dadurch ein Niederschlag von Zirkonerde, der 0,0051 Grm. wog. Die durchgegangene Flüssigkeit wurde mit Weinsäure versetzt, mit Ammoniak übersättigt, und mit Hydrothion-Ammoniak gefällt. Das hiedurch erhaltene Schwefeleisen gab, nach Lösung in Salpetersäure und Fällung, 0,002 Grm. Eisenoxyd. Die vom Schwefeleisen abgesonderte Flüssigkeit wurde zur Trockne verdunstet, und die zurückbleibende Salzmasse gebrannt. Die gebrannte Masse wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung mit Ammoniak gefällt, und der Niederschlag auf ein Filtrum gebracht und gewaschen. Der Niederschlag, noch feucht mit verdünntem kohlensaurem Ammoniak behandelt, trat an dieses Uranoxyd ab, welches 0,011 Grm. wog. Das hierauf Zurückbleibende gab mit Schwefelsäure ein süfses amethystfarbenes Salz, und war folglich Yttererde. Nach Abzug der Zirkonerde und des Uranoxyds betrug das Gewicht der Yttererde 0,4743 Grm. Vor dem Löthrohr auf Platinblech mit Natron geprüft, gab sie eine äufserst geringe Reaction auf Mangan.

Der Fergusonit giebt, nach Hrn. Berzelius, vor dem Löthrohr eine Spur von Wasser; zur Bestimmung der Menge desselben fehlte es mir am Minerale. Man kann indefs mit Sicherheit annehmen, dafs der Wassergehalt nicht zur chemischen Constitution dieses Minerals gehört.

Das Resultat der Analyse giebt:

		Procent.	Sauerstoffgehalt.
Tantalsäure	0,5521	47,75	5,49
Yttererde	0,4743	41,91	8,34
Ceroxydul	0,0582	4,68	0,69
Zirkonerde	0,0350	3,02	0,79
Zinnoxyd	0,0120	1,00	
Uranoxyd	0,0110	0,95	
Eisenoxyd	0,0040	0,34	
		99,65.	

Der Sauerstoffgehalt der Basen verhält sich zu dem der Säure ziemlich nahe wie 2:1. Diefs Verhältnifs ist nicht genau, aber doch so nahe, als man es bei einem so zusammengesetzten Minerale, wie dieses, nur erwarten kann Dadurch entsteht für den Fergusonit die Formel: $\left.\begin{matrix}\dot{Y}^6\\ \dot{Ce}^6\end{matrix}\right\}\dddot{Ta}$, wenn man die im Minerale gefundene Verbindung von Tantalsäure und Zinnoxyd mit Zirkonerde, Uranoxyd und Eisenoxyd als zufällige Einmengungen betrachtet. Der Fergusonit unterscheidet sich also durch seine chemische Zusammensetzung vom Yttro-Tantalit, welcher unter seiner einfachsten Form: $\left.\begin{matrix}\dot{Y}^3\\ \dot{Ce}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Ta}$ ist.

Epidote manganésifère.

Aus krystallographischen Gründen hat man das Mineral, welches zu St. Marcet in Piemont vorkommt, und den Mineralogen unter dem Namen des Epidote manganésifère bekannt ist, zum Epidotgeschlechte gezählt. Es war daher von Interesse durch eine chemische Analyse die Analogie in der Zusammensetzung nachzuweisen, und zugleich auszumitteln, in welchem Oxydationsgrad das Mangan und auch das Eisen in dem Minerale vorkommen.

a) 1,15 Gramm. geschlemmten Epidots wurden mit dem dreifachen Gewicht an kohlensaurem Natron vermischt und gebrannt. Die grüne halbgeschmolzene Masse wurde in verdünnter Salzsäure gelöst, die Lösung zur Trockne verdunstet, und hierauf die trockne Masse abermals mit verdünnter Salzsäure behandelt; dadurch erhielt man Kieselerde, die, gewaschen und geglüht, 0,430 Gramm. wog.

b) Die von der Kieselerde abfiltrirte Flüssigkeit wurde mit kaustischem Ammoniak gefällt, und der ausgewaschene Niederschlag, noch feucht, mit kaustischem Kali behandelt; das ungelöste Eisenoxyd wurde abgesondert, und die Lösung der Thonerde mit Salzsäure versetzt, bis diese Erde gefällt und wieder aufgelöst war; endlich wurde sie mit kohlensaurem Ammoniak niedergeschlagen, gewaschen und geglüht, worauf sie 0,210 Grammen wog.

Nach Behandlung mit Schwefelsäure hinterliefs sie 0,007 Gr. Kieselerde ungelöst; das Gewicht der Thonerde beträgt also 0,203 Grm.

c) Die in *b* mit Ammoniak ausgefällte Flüssigkeit gab mit oxalsaurem Ammoniak einen Niederschlag, welcher, gelinde geglüht, 0,442 Grm. kohlensauren Kalk lieferte, entsprechend 0,249 Grm. Kalkerde.

d) Das Eisenoxyd in *b* wurde in Königswasser gelöst, die Lösung mit kaustischem Ammoniak neutralisirt und mit bernsteinsaurem Ammoniak gefällt. Das bernsteinsaure Eisenoxyd gab, nach dem Glühen in einem offnen Gefäfse, 0,076 Grm. Eisenoxyd.

e) Die Flüssigkeit, aus der in *d* das bernsteinsaure Eisenoxyd gefällt worden war, wurde mit der in *c* vom oxalsauren Kalk abgesonderten vermischt, und gemeinschaftlich mit ihr siedend mit einem Ueberschufs von kohlensaurem Kali gefällt. Der geglühte Niederschlag wog 0,183 Grm., wovon, nach Lösung in Salzsäure, 0,0055 Gramm. Kieselerde erhalten wurden. Nach der Neutrali-

sation mit kaustischem Ammoniak wurde das Manganoxyd mit Hydrothion-Ammoniak gefällt, und darauf durch kohlensaures Kali 0,021 Grm. Talkerde abgeschieden. Das Gewicht des Manganoxyd-Oxyduls betrug folglich 0,1565 Gramm., entsprechend 0,162 Grm. Manganoxyd.

Das Mineral gab beim Glühen kein Wasser. — Die Analyse hatte folglich geliefert:

		in Procenten.	Sauerstoffgehalt.
Kieselerde	0,4425	38,47	19,35
Thonerde	0,2030	17,65	8,34
Kalk	0,2490	21,65	6,08
Manganoxyd	0,1620	14,08	4,17
Eisenoxyd	0,0760	6,60	2,02
Talkerde	0,0210	1,82	0,70
		100,27.	

Bei Berechnung des Resultates dieser Analyse habe ich angenommen, dafs das Mangan und Eisen als Oxyd im Mineral enthalten seyen. Diefs wird nicht nur durch die geringe Quantität der mit ihnen isomorphen Thonerde, sondern auch durch die rothbraune Farbe des Minerals bestätigt. Dieses angenommen, hat man dann für diefs Mineral ganz die Formel des Epidots:

$$\left.\begin{matrix}\dot{Ca}^3\\ \dot{Mg}^3\end{matrix}\right\}\dddot{Si}+2\left.\begin{matrix}\dddot{Al}\\ \dddot{Mn}\\ \dddot{Fe}\end{matrix}\right\}\dddot{Si}.$$

V. *Krystallographische Notiz; von Dr. Carl Naumann.*

Das am Topazolith vorkommende Hexakisoctaëder ist, Phillips's Messungen zufolge, wahrscheinlich $64 O \frac{64}{63}$, und das am Glanzkobalt von demselben beobachtete Diakisdodecaëder nach dem von ihm angegebenen Winkel $\left[\frac{\frac{15}{7} O \frac{15}{11}}{2}\right]$; vielleicht $\left[\frac{2 O \frac{4}{3}}{2}\right]$.

Es sind also gegenwärtig zwei Hexakisoctaëder von der Form $m O \frac{m}{m-1}$ bekannt, deren längste Kanten mit den Kanten des eingeschriebenen Rhombendodecaëders coincidiren, und die deshalb als pyramidentragende Granatoëder bezeichnet werden können, nämlich $3 O \frac{3}{2}$ und $64 O \frac{64}{63}$. Dagegen sind drei Hexakisoctaëder bekannt, deren Flächen die Combinationskanten zwischen $\infty O 2$ und O abstumpfen, oder in die Zone dieser Kanten fallen, und deren krystallographisches Zeichen allgemein die Form $m O \frac{2m}{m+1}$ hat; nämlich $3 O \frac{3}{2}$, $5 O \frac{5}{3}$ und $\frac{15}{7} O \frac{15}{11}$. Die kürzesten und längsten Kanten dieser Hexakisoctaëder haben gleiches Winkelmaaſs; ihre sechsflächigen Ecken sind daher hexagonal, und die Flächen des Octaëders erscheinen an ihnen als regelmäſsige Hexagone.

VI. *Ueber die Krystallreihe des Bleiglanzes; von Dr. Carl Naumann.*

Dafs am Bleiglanze mehrere, noch nicht bestimmte Gestalten vorkommen, davon überzeugte mich die Durchsicht der allhier im Werner'schen Museum und in der Sammlung des Hrn. Dr. Rohatsch befindlichen Exemplare. Haüy hat bereits die Ikositetraëder 2O2, 3O3 und 6O6 nachgewiesen; aufser diesen finden sich noch:

a) das sehr hexaëderähnliche Ikositetraëder 12O12; nicht selten, theils in Combinationen, theils selbstständig;

b) ein fast ganz hexaëderähnliches Ikositetraëder, wahrscheinlich 36O36;

c) zwei sehr octaëderähnliche Ikositetraëder, von welchen das eine ziemlich sicher als $\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$ bestimmt wurde.

Von Triakisoctaëdern ist meines Wissens nur die nicht selten vorkommende Varietät 2O bekannt; es kommen aber noch mehrere vor, und die Krystalle einer kleinen, im Werner'schen Museum befindlichen Druse (No. 6538.) von der alten Hoffnung Gottes zeigen zwischen den Flächen des Rhombendodecaëders und Octaëders ganz kleine Flächen von drei Triakisoctaëdern, welche sich nach approximativen Messungen im Sonnenlichte als $\frac{5}{4}O$, $\frac{7}{4}O$ und 4O bestimmen.

Da der Bleiglanz eine sehr wichtige Mineralspecies ist, so wird eine nähere Nachweisung und bildliche Darstellung der neu beobachteten Gestalten nicht überflüssig seyn; folgende sechs Krystalle sind es, an welchen ich sie beobachtete.

Fig. 6. Taf. VI. $\infty O\infty . O . 3O3 . \frac{7}{4}O . \frac{5}{4}O . 4O . \infty O$; die erwähnte kleine Druse aus dem Werner'schen Mu-

seum; die Combinationskanten zwischen $\infty O \infty$ und O sind eigentlich durch verschiedene Flächen abgestumpft, die jedoch zu schmal und zu sehr in einander verfliefsend sind, um eine Bestimmung zu gestatten. Die gemessenen Winkel sind:

$o:u = 174^\circ$, $o:r = 167^\circ$, $o:s = 155^\circ$, $P:v = 155^\circ$.

Fig. 7. Taf. VI. $\infty O \infty . O . 6O6$; diese Combination ist nur zur Bestätigung der Haüy'schen Angabe, und als Berichtigung der von ihm gegebenen Zeichnung mit dargestellt worden *); $z:z' = 153^\circ - 154^\circ$, $z:P = 166\frac{1}{2}^\circ$.

Fig. 8. Taf. VI. $\infty O \infty . O . \frac{4}{3}O\frac{4}{3}$; diese und die vorige Combination habe ich mit Fleifs so gezeichnet, wie sie eigentlich wohl nicht vorzukommen pflegen, dafs nämlich beiderlei Kanten der Ikositetraëder zu sehen sind, weil dadurch die verschiedene Lage ihrer Flächen zu jenen von O und $\infty O \infty$ recht bemerklich wird; $a:O = 134^\circ$.

Fig. 9. Taf. VI. $36O36 . \frac{4}{3}O\frac{4}{3} . 12O12$; ich fand im Sonnenlichte **):

$b:b' = 166^\circ - 167^\circ$, $c:c' = 177^\circ$,

a:Spaltungsfläche $= 133^\circ - 134^\circ$.

Fig. 10. Taf. VI. $O . \infty O \infty . 12O12$; von Cumberland; $b:b' = 167^\circ$.

Fig. 11. Taf. VI. $12O12$; diese Gestalt hielt ich früher für $16O16$, da ich sie in dieser Selbstständigkeit nur sehr unvollkommenen Messungen unterwerfen konnte; eine wiederholte Messung an einem schärfer ausgebildeten Krystall derselben Druse belehrten mich, dafs die stumpfe Kante $170\frac{1}{2}^\circ$ und nicht 173° mifst, und dafs ich wahrscheinlich die früher gemessene Kante mit einer andern verwechselt hatte.

*) Haüy's *Var. unisenaire* ist in der That so gezeichnet, dafs man eher $3O3$ als $6O6$ zu sehen glaubt.

**) Die Flächen von $\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$ sind meist etwas rauh oder schuppig, und, wo sie sich zu einem trigonalen Eck vereinigen, gekrümmt mit abgerundeten Kanten.

Aufser den hier erwähnten neuen Gestalten ist auch schon vor längerer Zeit durch Bernhardi ein Hexakisoctaëder beobachtet worden, dessen Flächen die Combinationskanten von 2O und ∞O∞ abstumpfen, und welches daher von der Form $mO\frac{1}{2}m$ ist; Bernhardi bestimmt es nach einer Messung zu 8O4. Es mufs aber noch ein zweites Hexakisoctaëder in der Krystallreihe des Bleiglanzes vorkommen; denn die sehr auffallende Streifung, welche man nicht selten an den Flächen von 3O3 parallel ihrer symmetrischen Diagonalen bemerkt, läfst sich nur durch das Vorkommen eines Hexakisoctaëders von der Form $mO\frac{3m}{2m-3}$ erklären.

In der Krystallreihe des Bleiglanzes wären also bis jetzt folgende Gestalten beobachtet:

1) das Octaëder O,
2) das Hexaëder ∞O∞,
3) das Rhombendodecaëder ∞O,
4) die Ikositetraëder $\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$, 2O2, 3O3, 6O6, 12O12 und 36O36 (?),
5) die Triakisoctaëder $\frac{5}{4}O$, $\frac{7}{4}O$, 2O und 4O,
6) die Hexakisoctaëder 8O4 und $mO\frac{3m}{2m-3}$.

Der Bleiglanz ist durch die häufige Tendenz zur Bildung von Ikositetraëdern, wenn auch nur als untergeordnete Gestalten, ausgezeichnet, und zeigt diese Tendenz zumal in denjenigen Krystallen, in welchen O und ∞O∞ als vorherrschende Gestalten im Gleichgewichte sind, und den sogenannten Mittelkrystall zwischen O und ∞O∞ darstellen; die Combinationskante beider Gestalten ist der eigentliche Spielraum für die Bildung der Ikositetraëder, und ihre Flächen erscheinen nicht selten als ganz schmale Abstumpfungsflächen jener Kanten. Merkwürdig ist es dabei, dafs das aufserdem im Mineralreiche so häufige Ikositetraëder 2O2 am Bleiglanze sehr selten vorzukommen scheint. Die Tendenz zur Bildung von

Ikositetraëdern macht sich auch dadurch auf eine merkwürdige Art geltend, daſs nicht selten aus den Hexaëdern des Bleiglanzes die Rudimente sehr flachen Ikositetraëder hervortreten, indem jede Hexaëderfläche in ihrer Mitte eine kleine vierseitige Pyramide trägt. Dieses Verhältniſs des Hervorspringens einer Gestalt aus der andern veranlaſst häufig die Erscheinung, daſs die, übrigens glatten Hexaëderflächen in ihrer Mitte ein kleines Quadrat en bas relief zeigen, welches seinen Seiten (durch oscillatorische Combination) parallel gestreift ist, und von dem glatten Theile der Hexaëderflächen wie von einem Rahmen eingefaſst wird; jedoch so, daſs sich beide Quadrate in verwendeter Stellung befinden. Gewöhnlich sind die hervorspringenden Ikositetraëder sehr hexaëderähnlich, also 12O12, 36O36 und vielleicht von noch gröſseren Ableitungszahlen. Im Werner'schen Museum befinden sich jedoch einige Drusen von der jungen hohen Birke bei Freiberg, an welchen dasselbe Verhältniſs auf eine recht auffallende Art auch für 3O3 verwirklicht ist, indem jede Abstumpfungsfläche der Octaëderecken eine sehr en haut relief hervortretende, etwas lang gezogene Pyramide trägt.

Da die Messungen, auf welche sich die Bestimmung der neuen Gestalten gründet, theils wegen der Kleinheit, theils wegen der Unvollkommenheit der Flächen, durch Reflexion des Sonnenlichts mit weit entferntem Auge angestellt wurden, und daher nicht auf $\frac{1}{2}^{0}$ zuverlässig sind, so setze ich die Kantenwinkel und wichtigsten Combinationskanten der am Bleiglanz bis jetzt aufgefundenen Ikositetraëder und Triakisoctaëder mit dem Wunsche her, daſs die Mineralogen die ihnen zu Gebote stehenden Bleiglanzkrystalle prüfen mögen, um unsere Kenntniſs von der Krystallreihe einer so wichtigen Species möglichst zu vervollständigen und zu berichtigen.

Winkel der am Bleiglanz beobachteten Ikositetraëder

Wir bezeichnen die kürzeren Kanten mit C, die längeren mit B, den Neigungswinkel zweier gegenüber liegender Flächen desselben tetragonalen Eckpunktes mit T, so wird:

für	B	C	T	CK zu O	CK zu ∞O∞
$\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$	118° 4′ 21″	166° 4′ 10″	86° 36′ 52″	171° 57′ 26″	133° 18′ 26″
2O2	131 48 37	146 26 34	109 28 16	160 31 44	144 44 8
3O3	144 54 12	129 31 16	129 31 16	150 30 14	154 45 38
6O6	161 19 42	110 0 19	153 28 28	138 31 38	166 44 14
12O12	170 30 20	99 51 34	166 33 26	131 59 9	173 16 43

Winkel der am Bleiglanz beobachteten Triakisoctaëder.

Wir bezeichnen die kürzeren Kanten mit A, die längeren mit B, so wird:

für	A	B	CK zu ∞O	CK zu O
$\frac{5}{4}O$	170° 0′ 49″	121° 0′ 27″	150° 30′ 13″	174° 13′ 54″
$\frac{3}{4}O$	157 4 50	135 59 48	157 59 54	166 44 14
2O	152 44 2	141 3 27	160 31 43	164 12 25
4O	136 39 29	159 57 0	169 58 30	154 44 38

VII. *Ueber das Palladium im Herzogthum Anhalt-Bernburg; von C. Zincken.*

Die bedeutende Reihe sehr merkwürdiger Mineralien, welche das obere Herzogthum Anhalt-Bernburg aus seinen interessanten Bergwerken seit mehreren Jahren aufzustellen vermochte, hat sich durch eine überaus unerwartete Entdeckung vermehrt.

Seit etwa einem Jahre nämlich sind auf der Fürst Victor Friedrichs Silberhütte bei Harzgerode Versuche gemacht, aus dem Selenblei von Tilkerode das Selenium nach der Nitzsch- und Mitscherlich'schen Methode *) auszu-

*) Dies. Ann. 1827, Bd. I. S. 623—630.

scheiden, und das darin enthaltene Gold und Silber mit zu gewinnen. Diese Arbeit, welche einem jetzt als Bergassessor hier angestellten jungen Chemiker, Hrn. Enno Bennecke aus Emden in Ostfriesland übertragen war, da es den Hüttenbeamten an Zeit gebrach, dieselbe nebenher zu übernehmen, ist mit nicht geringer Schwierigkeit verbunden, da die dazu disponiblen Erze nur eingesprengt in Quarz und sehr kieseligem Bitterspath vorgekommen, keinesweges so derb wie die früher eingebrochenen Erze waren, und die versuchte Schlämmarbeit keine günstigen Resultate gegeben hatte. Indessen ist die Arbeit, durch die Beharrlichkeit und Geschicklichkeit des Hrn. Bennecke, glücklich zu Stande gebracht, eine bedeutende Quantität Selenium gewonnen, und die Rückstände sind auf Gold und Silber benutzt.

Bei der Goldscheidung nun, nachdem das güldische Silber in Salpetersäure aufgelöst, und nachher als Hornsilber niedergeschlagen war, fand sich die Flüssigkeit gelb gefärbt. Hierdurch aufmerksam gemacht, untersuchte Hr. Bennecke mit dem Hrn. Hüttenmeister Rienecker dieselbe; es fand sich aber nur eine Reaction auf Eisen, und erst nachdem die Masse abgedampft war, ergab sich eine starke Reaction auf Palladium. Die abgedunstete Salzmasse wurde nun im Kohlentiegel geschmolzen, wodurch Hr. Bennecke eine schlecht geflossene und sehr spröde Legirung von Palladium mit etwas Kupfer, Eisen und Blei etc. erhielt. Diese wurde wieder in Salpetersäure aufgelöst und durch schwefelsaures Eisenoxydul in grofsem Ueberschufs und in der Siedhitze metallisch niedergeschlagen. Das niedergeschlagene Metall wurde mit Borax, bei heftiger Hitze des Probirwindofens, geschmolzen, wobei es zusammensinterte und von anhängendem Boraxglase durch verdünnte Schwefelsäure soviel als möglich befreit werden mufste **).

*) Ich füge die schriftliche Mittheilung des Hrn. Bennecke von

Das nun so gereinigte, indessen doch noch mechanisch viel Kieselerde und Boraxglas enthaltende Metall, war dem Silber sehr ähnlich, zum Theil bunt angelaufen, in einem schwammigen Zustande, völlig metallisch und verhielt sich wie Palladium. Ich machte damit folgende Versuche:

Vor dem Löthrohre war es unschmelzbar; vor dem Marcet'schen Gebläse schmolz es unter Funkensprühen

dieser mit dem Hrn. Hüttenmeister Rienecker gemeinschaftlich gemachten schönen Entdeckung hier wörtlich, so weit es die Materie angeht, bei.

„Nachdem aus den Rückständen, welche ich bei der Darstellung des Selens aus den Selenbleierzen erhalten hatte, das goldhaltige Silber durch den Hrn. Hüttenmeister Rienecker gewonnen war, wurde dasselbe, um das Gold davon zu trennen, in Salpetersäure aufgelöst. Die Auflösung war sehr gelb gefärbt, wodurch ich auf die Vermuthung gerieth, dafs diefs vielleicht ein unbekanntes Metall veranlafst haben könne. Wir machten deshalb Versuche, und erhielten auch wirklich Proben von einem silberweifsen Metalle. Die ganze Auflösung wurde darauf, nachdem das Silber durch Salzsäure gefällt worden war, zur Trockne abgedampft, das erhaltene Salz bis nahe zum Glühen erhitzt und in einem Kohlentiegel reducirt. Das erhaltene Metallkorn war schlecht geflossen und sehr spröde; es wurde näher untersucht, und es zeigte sich, dafs es hauptsächlich mit Eisen, Kupfer und Blei verunreinigt war. Auch bemerkten wir dabei, dafs das vermuthete Metall durch schwefelsaures Eisenoxydul metallisch niedergeschlagen wurde. Die kleine Metallmasse wurde deshalb wieder aufgelöst, mit schwefelsaurem Eisenoxydul gefällt und mit Borax bei der heftigsten Hitze, welche wir hervorbringen konnten, eingeschmolzen. Das Metall war nur zusammengesintert, und mufste deshalb von dem daran hängenden Boraxglase durch verdünnte Schwefelsäure befreit werden. Bei allen damit angestellten Versuchen verhielt es sich nunmehr wie reines Palladium.

Es gereicht mir heute um so mehr zur besondern Freude, Ew. etc. von dieser interessanten Entdeckung zu benachrichtigen, da Sie durch das Auffinden und das Zugutmachen der goldhaltigen Selenbleierze die Veranlassung dazu gegeben haben, und ich behalte es mir vor, Sie bei Ihrem Hierherkommen von dem Nähern *in Kenntnifs* zu setzen etc."

zu einer dichten Kugel, welche dem Hammer viel mehr wie Platina widerstand.

Das specifische Gewicht liefs sich wegen des Aggregatzustandes der Masse nicht wohl untersuchen; daher machte ich den Versuch, das Metall, in Ermangelung eines passenden Porcellantiegels, in einem hessischen Tiegel, welcher in einen Graphittiegel gestellt wurde, in einem solchen Windofen, wie man hier zum Roheisenschmelzen anwendet, zusammenzuschmelzen. Nach einstündigem scharfen Feuer war keine Veränderung mit dem Metalle vorgegangen, aufser dafs die Masse ein wenig zusammengesintert war. Es wurde daher dieselbe von Neuem eingesetzt, und nun 4 Stunden anhaltend gefeuert, worauf der Ofen gekühlt wurde. Beide Tiegel waren zusammengeschmolzen, ich fand eine Menge Eisenkörner, und auch das in Körner vollkommen geschmolzene Palladium theils in der auf dem Roste befindlichen Schlakkenmasse, theils aber in einer eisernen Schaale, welche zur Vorsicht unter den Rost des Ofens gesetzt war, so dafs wenig verloren gehen konnte. Unter den Palladiumkörnern fand sich eins von 1849 Milligrm. Gewicht, so wie die meisten übrigen vollkommen dicht und streckbar *), aber sehr hart. Ich wog dasselbe auf einer hydrostatischen Waage, welche 1 Milligramm bei der Belastung von 10 Grammen sehr stark angiebt; es verlor in destillirtem Wasser, von 10° R. Temperatur, 159 Milligrammen, und hat daher 11,628 specif. Gewicht. Die Wägung wurde mehrere Mal wiederholt. Berzelius giebt, nach Wollaston, für das gewalzte 11,8, das geschmolzene Palladium aber 11,3 an. Letztere Angabe ist vielleicht deswegen zu niedrig, weil das gewogene Metall nicht vollkommen geschmolzen gewesen seyn kann. Ich übergofs nun noch das Metall mit Salpetersäure. Es

*) Mehrere der geschmolzenen Körner fanden sich spröde, grau von sehr feinem Korne. Sie werden untersucht werden, ob sie vielleicht aus Kohlenpalladium bestehen.

wurde nur langsam aufgelöst. Königswasser indessen löste dasselbe schnell zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit auf, welche bei gehöriger Sättigung undurchsichtig, in diluirtem Zustande aber sehr ähnlich der Auflösung von Chlorplatin war. Cyanquecksilber zugetröpfelt, brachte sogleich eine Entfärbung zu Wege; die Masse wurde milchicht, und es bildeten sich Flocken, welche sich zu Boden setzten, und vor dem Löthrohre durch Glühen ganz zu regulinischem Metalle reduciren liefsen.

Nachdem ich durch vorstehende Versuche die Ueberzeugung erhalten hatte, dafs unser durch die HH. Bennecke und Rienecker gefundenes Metall wirklich Palladium sey, blieb mir noch übrig, auszumitteln, in welcher Verbindung eigentlich dasselbe hier in der Natur vorkomme. Ich erinnerte mich sehr genau, dafs ich bei frühern Versuchen die röthliche Auflösung des Goldes schon bemerkt und die auffallende Färbung damals einem Platinagehalte zugeschrieben hatte, jedoch von weiterer Untersuchung derselben abgekommen war. Der Rest der damals angewandten Proben fand sich noch in meinem Laboratorio, ich machte daher sogleich folgende vorläufige Versuche damit.

Die Probe war von dem reichsten goldhaltigen Selenblei von Tilkerode genommen *). Der Goldgehalt ist diesem mechanisch eingemengt, in dendritischen Blättchen und feinen krystallinischen Körnern, und als grofse Seltenheit so bedeutend, dafs er sichtbar wird und als charakteristisches gediegenes Gold in Mineraliensammlungen aufgenommen werden könnte. Das gediegene Gold ist mit bunt angelaufenem Selenblei überzogen. Die Probe wurde nun mit Salpetersäure gekocht, auf diese Weise das Selenblei aufgelöst, und das Gold in dendritischer Form rein abgeschieden, welches nun verschieden eine matte goldgelbe, in's Weifse, Röthliche und Graue schei-

*) Ueber das Vorkommen dieser Erze verweise ich auf meinen Aufsatz in dem 3. Bd. dies. Ann. v. 1825. S. 271.

V. *Krystallographische Notiz; von Dr. Carl Naumann.*

Das am Topazolith vorkommende Hexakisoctaëder ist, Phillips's Messungen zufolge, wahrscheinlich $64O\frac{64}{63}$, und das am Glanzkobalt von demselben beobachtete Diakisdodecaëder nach dem von ihm angegebenen Winkel $\left[\frac{\frac{15}{7}O\frac{15}{11}}{2}\right]$; vielleicht $\left[\frac{2O\frac{4}{3}}{2}\right]$.

Es sind also gegenwärtig zwei Hexakisoctaëder von der Form $mO\frac{m}{m-1}$ bekannt, deren längste Kanten mit den Kanten des eingeschriebenen Rhombendodecaëders coincidiren, und die deshalb als pyramidentragende Granatoëder bezeichnet werden können, nämlich $3O\frac{3}{2}$ und $64O\frac{64}{63}$. Dagegen sind drei Hexakisoctaëder bekannt, deren Flächen die Combinationskanten zwischen $\infty O2$ und O abstumpfen, oder in die Zone dieser Kanten fallen, und deren krystallographisches Zeichen allgemein die Form $mO\frac{2m}{m+1}$ hat; nämlich $3O\frac{3}{2}$, $5O\frac{5}{3}$ und $\frac{15}{7}O\frac{15}{11}$. Die kürzesten und längsten Kanten dieser Hexakisoctaëder haben gleiches Winkelmaaſs; ihre sechsflächigen Ecken sind daher hexagonal, und die Flächen des Octaëders erscheinen an ihnen als regelmäſsige Hexagone.

VI. *Ueber die Krystallreihe des Bleiglanzes;* *von Dr. Carl Naumann.*

Dafs am Bleiglanze mehrere, noch nicht bestimmte Gestalten vorkommen, davon überzeugte mich die Durchsicht der allhier im Werner'schen Museum und in der Sammlung des Hrn. Dr. Rohatsch befindlichen Exemplare. Haüy hat bereits die Ikositetraëder 2O2, 3O3 und 6O6 nachgewiesen; aufser diesen finden sich noch:

a) das sehr hexaëderähnliche Ikositetraëder 12O12; nicht selten, theils in Combinationen, theils selbstständig;

b) ein fast ganz hexaëderähnliches Ikositetraëder, wahrscheinlich 36O36;

c) zwei sehr octaëderähnliche Ikositetraëder, von welchen das eine ziemlich sicher als $\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$ bestimmt wurde.

Von Triakisoctaëdern ist meines Wissens nur die nicht selten vorkommende Varietät 2O bekannt; es kommen aber noch mehrere vor, und die Krystalle einer kleinen, im Werner'schen Museum befindlichen Druse (No. 6538.) von der alten Hoffnung Gottes zeigen zwischen den Flächen des Rhombendodecaëders und Octaëders ganz kleine Flächen von drei Triakisoctaëdern, welche sich nach approximativen Messungen im Sonnenlichte als $\frac{5}{4}O$, $\frac{7}{4}O$ und 4O bestimmen.

Da der Bleiglanz eine sehr wichtige Mineralspecies ist, so wird eine nähere Nachweisung und bildliche Darstellung der neu beobachteten Gestalten nicht überflüssig seyn; folgende sechs Krystalle sind es, an welchen ich sie beobachtete.

Fig. 6. Taf. VI. $\infty O \infty . O . 3O3 . \frac{7}{4}O . \frac{5}{4}O . 4O . \infty O$; die erwähnte kleine Druse aus dem Werner'schen Mu-

seum; die Combinationskanten zwischen $\infty O \infty$ und O sind eigentlich durch verschiedene Flächen abgestumpft, die jedoch zu schmal und zu sehr in einander verfliefsend sind, um eine Bestimmung zu gestatten. Die gemessenen Winkel sind:

$o:u = 174°$, $o:r = 167°$, $o:s = 155°$, $P:v = 155°$.

Fig. 7. Taf. VI. $\infty O \infty . O . 6O6$; diese Combination ist nur zur Bestätigung der Haüy'schen Angabe, und als Berichtigung der von ihm gegebenen Zeichnung mit dargestellt worden *); $z:z' = 153° - 154°$, $z:P = 166\frac{1}{2}°$.

Fig. 8. Taf. VI. $\infty O \infty . O . \frac{4}{3}O\frac{4}{3}$; diese und die vorige Combination habe ich mit Fleifs so gezeichnet, wie sie eigentlich wohl nicht vorzukommen pflegen, dafs nämlich beiderlei Kanten der Ikositetraëder zu sehen sind, weil dadurch die verschiedene Lage ihrer Flächen zu jenen von O und $\infty O \overline{\infty}$ recht bemerklich wird; $a:O = 134°$.

Fig. 9. Taf. VI. $36O36 . \frac{4}{3}O\frac{4}{3} . 12O12$; ich fand im Sonnenlichte **):

$b:b' = 166° - 167°$, $c:c' = 177°$,
a:Spaltungsfläche $= 133° - 134°$.

Fig. 10. Taf. VI. $O . \infty O \infty . 12O12$; von Cumberland; $b:b' = 167°$.

Fig. 11. Taf. VI. $12O12$; diese Gestalt hielt ich früher für $16O16$, da ich sie in dieser Selbstständigkeit nur sehr unvollkommenen Messungen unterwerfen konnte; eine wiederholte Messung an einem schärfer ausgebildeten Krystall derselben Druse belehrten mich, dafs die stumpfe Kante $170\frac{1}{2}°$ und nicht $173°$ mifst, und dafs ich wahrscheinlich die früher gemessene Kante mit einer andern verwechselt hatte.

*) Haüy's *Var. unisenaire* ist in der That so gezeichnet, dafs man eher $3O3$ als $6O6$ zu sehen glaubt.

**) Die Flächen von $\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$ sind meist etwas rauh oder schuppig, und, wo sie sich zu einem trigonalen Eck vereinigen, gekrümmt mit abgerundeten Kanten.

Aufser den hier erwähnten neuen Gestalten ist auch schon vor längerer Zeit durch Bernhardi ein Hexakisoctaëder beobachtet worden, dessen Flächen die Combinationskanten von 2O und ∞O∞ abstumpfen, und welches daher von der Form $mO\frac{1}{2}m$ ist; Bernhardi bestimmt es nach einer Messung zu 8O4. Es mufs aber noch ein zweites Hexakisoctaëder in der Krystallreihe des Bleiglanzes vorkommen; denn die sehr auffallende Streifung, welche man nicht selten an den Flächen von 3O3 parallel ihrer symmetrischen Diagonalen bemerkt, läfst sich nur durch das Vorkommen eines Hexakisoctaëders von der Form $mO\frac{3m}{2m-3}$ erklären.

In der Krystallreihe des Bleiglanzes wären also bis jetzt folgende Gestalten beobachtet:

1) das Octaëder O,
2) das Hexaëder ∞O∞,
3) das Rhombendodecaëder ∞O,
4) die Ikositetraëder $\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$, 2O2, 3O3, 6O6, 12O12 und 36O36 (?),
5) die Triakisoctaëder $\frac{5}{4}O$, $\frac{7}{4}O$, 2O und 4O,
6) die Hexakisoctaëder 8O4 und $mO\frac{3m}{2m-3}$.

Der Bleiglanz ist durch die häufige Tendenz zur Bildung von Ikositetraëdern, wenn auch nur als untergeordnete Gestalten, ausgezeichnet, und zeigt diese Tendenz zumal in denjenigen Krystallen, in welchen O und ∞O∞ als vorherrschende Gestalten im Gleichgewichte sind, und den sogenannten Mittelkrystall zwischen O und ∞O∞ darstellen; die Combinationskante beider Gestalten ist der eigentliche Spielraum für die Bildung der Ikositetraëder, und ihre Flächen erscheinen nicht selten als ganz schmale Abstumpfungsflächen jener Kanten. Merkwürdig ist es dabei, dafs das aufserdem im Mineralreiche so häufige Ikositetraëder 2O2 am Bleiglanze sehr selten vorzukommen scheint. Die Tendenz zur Bildung von

Ikositetraëdern macht sich auch dadurch auf eine merkwürdige Art geltend, dafs nicht selten aus den Hexaëdern des Bleiglanzes die Rudimente sehr flachen Ikositetraëder hervortreten, indem jede Hexaëderfläche in ihrer Mitte eine kleine vierseitige Pyramide trägt. Dieses Verhältnifs des Hervorspringens einer Gestalt aus der andern veranlafst häufig die Erscheinung, dafs die, übrigens glatten Hexaëderflächen in ihrer Mitte ein kleines Quadrat en bas relief zeigen, welches seinen Seiten (durch oscillatorische Combination) parallel gestreift ist, und von dem glatten Theile der Hexaëderflächen wie von einem Rahmen eingefafst wird; jedoch so, dafs sich beide Quadrate in verwendeter Stellung befinden. Gewöhnlich sind die hervorspringenden Ikositetraëder sehr hexaëderähnlich, also 12O12, 36O36 und vielleicht von noch gröfseren Ableitungszahlen. Im Werner'schen Museum befinden sich jedoch einige Drusen von der jungen hohen Birke bei Freiberg, an welchen dasselbe Verhältnifs auf eine recht auffallende Art auch für 3O3 verwirklicht ist, indem jede Abstumpfungsfläche der Octaëderecken eine sehr en haut relief hervortretende, etwas lang gezogene Pyramide trägt.

Da die Messungen, auf welche sich die Bestimmung der neuen Gestalten gründet, theils wegen der Kleinheit, theils wegen der Unvollkommenheit der Flächen, durch Reflexion des Sonnenlichts mit weit entferntem Auge angestellt wurden, und daher nicht auf $\frac{1}{2}{}^{0}$ zuverlässig sind, so setze ich die Kantenwinkel und wichtigsten Combinationskanten der am Bleiglanz bis jetzt aufgefundenen Ikositetraëder und Triakisoctaëder mit dem Wunsche her, dafs die Mineralogen die ihnen zu Gebote stehenden Bleiglanzkrystalle prüfen mögen, um unsere Kenntnifs von der Krystallreihe einer so wichtigen Species möglichst zu vervollständigen und zu berichtigen.

Winkel der am Bleiglanz beobachteten Ikositetraëder

Wir bezeichnen die kürzeren Kanten mit C, die längeren mit B, den Neigungswinkel zweier gegenüber liegender Flächen desselben tetragonalen Eckpunktes mit T, so wird:

für	B	C	T	CK zu O	CK zu ∞O∞
$\frac{4}{3}O\frac{4}{3}$	118° 4′ 21″	166° 4′ 10″	86° 36′ 52″	171° 57′ 26″	133° 18′ 26″
2O2	131 48 37	146 26 34	109 28 16	160 31 44	144 44 8
3O3	144 54 12	129 31 16	129 31 16	150 30 14	154 45 38
6O6	161 19 42	110 0 19	153 28 28	138 31 38	166 44 14
12O12	170 30 20	99 51 34	166 33 26	131 59 9	173 16 43

Winkel der am Bleiglanz beobachteten Triakisoctaëder.

Wir bezeichnen die kürzeren Kanten mit A, die längeren mit B, so wird:

für	A	B	CK zu ∞O	CK zu O
$\frac{5}{4}O$	170° 0′ 49″	121° 0′ 27″	150° 30′ 13″	174° 13′ 54″
$\frac{4}{3}O$	157 4 50	135 59 48	157 59 54	166 44 14
2O	152 44 2	141 3 27	160 31 43	164 12 25
4O	136 39 29	159 57 0	169 58 30	154 44 38

VII. *Ueber das Palladium im Herzogthum Anhalt-Bernburg; von C. Zincken.*

Die bedeutende Reihe sehr merkwürdiger Mineralien, welche das obere Herzogthum Anhalt-Bernburg aus seinen interessanten Bergwerken seit mehreren Jahren aufzustellen vermochte, hat sich durch eine überaus unerwartete Entdeckung vermehrt.

Seit etwa einem Jahre nämlich sind auf der Fürst Victor Friedrichs Silberhütte bei Harzgerode Versuche gemacht, aus dem Selenblei von Tilkerode das Selenium nach der Nitzsch- und Mitscherlich'schen Methode *) auszu-

*) Dies. Ann. 1827, Bd. I. S. 623—630.

scheiden, und das darin enthaltene Gold und Silber mit zu gewinnen. Diese Arbeit, welche einem jetzt als Bergassessor hier angestellten jungen Chemiker, Hrn. Enno Bennecke aus Emden in Ostfriesland übertragen war, da es den Hüttenbeamten an Zeit gebrach, dieselbe nebenher zu übernehmen, ist mit nicht geringer Schwierigkeit verbunden, da die dazu disponiblen Erze nur eingesprengt in Quarz und sehr kieseligem Bitterspath vorgekommen, keinesweges so derb wie die früher eingebrochenen Erze waren, und die versuchte Schlämmarbeit keine günstigen Resultate gegeben hatte. Indessen ist die Arbeit, durch die Beharrlichkeit und Geschicklichkeit des Hrn. Bennecke, glücklich zu Stande gebracht, eine bedeutende Quantität Selenium gewonnen, und die Rückstände sind auf Gold und Silber benutzt.

Bei der Goldscheidung nun, nachdem das güldische Silber in Salpetersäure aufgelöst, und nachher als Hornsilber niedergeschlagen war, fand sich die Flüssigkeit gelb gefärbt. Hierdurch aufmerksam gemacht, untersuchte Hr. Bennecke mit dem Hrn. Hüttenmeister Rienecker dieselbe; es fand sich aber nur eine Reaction auf Eisen, und erst nachdem die Masse abgedampft war, ergab sich eine starke Reaction auf Palladium. Die abgedunstete Salzmasse wurde nun im Kohlentiegel geschmolzen, wodurch Hr. Bennecke eine schlecht geflossene und sehr spröde Legirung von Palladium mit etwas Kupfer, Eisen und Blei etc. erhielt. Diese wurde wieder in Salpetersäure aufgelöst und durch schwefelsaures Eisenoxydul in grofsem Ueberschufs und in der Siedhitze metallisch niedergeschlagen. Das niedergeschlagene Metall wurde mit Borax, bei heftiger Hitze des Probirwindofens, geschmolzen, wobei es zusammensinterte und von anhängendem Boraxglase durch verdünnte Schwefelsäure soviel als möglich befreit werden mufste **).

*) Ich füge die schriftliche Mittheilung des Hrn. Bennecke von

Das nun so gereinigte, indessen doch noch mecha-
isch viel Kieselerde und Boraxglas enthaltende Metall,
var dem Silber sehr ähnlich, zum Theil bunt angelau-
en, in einem schwammigen Zustande, völlig metallisch
ınd verhielt sich wie Palladium. Ich machte damit fol-
;ende Versuche:

Vor dem Löthrohre war es unschmelzbar; vor dem
Marcet'schen Gebläse schmolz es unter Funkensprühen

dieser mit dem Hrn. Hüttenmeister Rienecker gemeinschaftlich gemachten schönen Entdeckung hier wörtlich, so weit es die Materie angeht, bei.

„Nachdem aus den Rückständen, welche ich bei der Darstellung des Selens aus den Selenbleierzen erhalten hatte, das goldhaltige Silber durch den Hrn. Hüttenmeister Rienecker gewonnen war, wurde dasselbe, um das Gold davon zu trennen, in Salpetersäure aufgelöst. Die Auflösung war sehr gelb gefärbt, wodurch ich auf die Vermuthung gerieth, daſs dieſs vielleicht ein unbekanntes Metall veranlaſst haben könne. Wir machten deshalb Versuche, und erhielten auch wirklich Proben von einem silberweiſsen Metalle. Die ganze Auflösung wurde darauf, nachdem das Silber durch Salzsäure gefällt worden war, zur Trockne abgedampft, das erhaltene Salz bis nahe zum Glühen erhitzt und in einem Kohlentiegel reducirt. Das erhaltene Metallkorn war schlecht geflossen und sehr spröde; es wurde näher untersucht, und es zeigte sich, daſs es hauptsächlich mit Eisen, Kupfer und Blei verunreinigt war. Auch bemerkten wir dabei, daſs das vermuthete Metall durch schwefelsaures Eisenoxydul metallisch niedergeschlagen wurde. Die kleine Metallmasse wurde deshalb wieder aufgelöst, mit schwefelsaurem Eisenoxydul gefällt und mit Borax bei der heftigsten Hitze, welche wir hervorbringen konnten, eingeschmolzen. Das Metall war nur zusammengesintert, und muſste deshalb von dem daran hängenden Boraxglase durch verdünnte Schwefelsäure befreit werden. Bei allen damit angestellten Versuchen verhielt es sich nunmehr wie reines Palladium.

Es gereicht mir heute um so mehr zur besondern Freude, Ew. etc. von dieser interessanten Entdeckung zu benachrichtigen, da Sie durch das Auffinden und das Zugutmachen der goldhaltigen Selenbleierze die Veranlassung dazu gegeben haben, und ich behalte es mir vor, Sie bei Ihrem Hierherkommen von dem Nähern in Kenntniſs zu setzen etc."

zu einer dichten Kugel, welche dem Hammer viel meh
wie Platina widerstand.

Das specifische Gewicht liefs sich wegen des Aggr
gatzustandes der Masse nicht wohl untersuchen; dah
machte ich den Versuch, das Metall, in Ermangelung
nes passenden Porcellantiegels, in einem hessischen T
gel, welcher in einen Graphittiegel gestellt wurde, in ein
solchen Windofen, wie man hier zum Roheisenschm
zen anwendet, zusammenzuschmelzen. Nach einstün
gem scharfen Feuer war keine Veränderung mit d
Metalle vorgegangen, aufser dafs die Masse ein we
zusammengesintert war. Es wurde daher dieselbe v
Neuem eingesetzt, und nun 4 Stunden anhaltend gefeu
worauf der Ofen gekühlt wurde. Beide Tiegel wa
zusammengeschmolzen, ich fand eine Menge Eisenkör
und auch das in Körner vollkommen geschmolzene P
ladium theils in der auf dem Roste befindlichen Schl
kenmasse, theils aber in einer eisernen Schaale, wel
zur Vorsicht unter den Rost des Ofens gesetzt war,
dafs wenig verloren gehen konnte. Unter den Palladi
körnern fand sich eins von 1849 Milligrm. Gewicht,
wie die meisten übrigen vollkommen dicht und str
bar *), aber sehr hart. Ich wog dasselbe auf einer
drostatischen Waage, welche 1 Milligramm bei der
lastung von 10 Grammen sehr stark angiebt; es ve
in destillirtem Wasser, von 10° R. Temperatur, 159 M
ligrammen, und hat daher 11,628 specif. Gewicht.
Wägung wurde mehrere Mal wiederholt. Berzel
giebt, nach Wollaston, für das gewalzte 11,8, das
schmolzene Palladium aber 11,3 an. Letztere Ang
ist vielleicht deswegen zu niedrig, weil das gewog
Metall nicht vollkommen geschmolzen gewesen seyn ka
Ich übergofs nun noch das Metall mit Salpetersäure.

*) Mehrere der geschmolzenen Körner fanden sich spröde, g
von sehr feinem Korne. Sie werden untersucht werden, ob
vielleicht aus Kohlenpalladium bestehen.

wurde nur langsam aufgelöst. Königswasser indessen löste dasselbe schnell zu einer dunkelbraunen Flüssigkeit auf, welche bei gehöriger Sättigung undurchsichtig, in diluirtem Zustande aber sehr ähnlich der Auflösung von Chlorplatin war. Cyanquecksilber zugetröpfelt, brachte sogleich eine Entfärbung zu Wege; die Masse wurde milchicht, und es bildeten sich Flocken, welche sich zu Boden setzten, und vor dem Löthrohre durch Glühen ganz zu regulinischem Metalle reduciren liefsen.

Nachdem ich durch vorstehende Versuche die Ueberzeugung erhalten hatte, dafs unser durch die HH. Bennecke und Rienecker gefundenes Metall wirklich Palladium sey, blieb mir noch übrig, auszumitteln, in welcher Verbindung eigentlich dasselbe hier in der Natur vorkomme. Ich erinnerte mich sehr genau, dafs ich bei frühern Versuchen die röthliche Auflösung des Goldes schon bemerkt und die auffallende Färbung damals einem Platinagehalte zugeschrieben hatte, jedoch von weiterer Untersuchung derselben abgekommen war. Der Rest der damals angewandten Proben fand sich noch in meinem Laboratorio, ich machte daher sogleich folgende vorläufige Versuche damit.

Die Probe war von dem reichsten goldhaltigen Selenblei von Tilkerode genommen *). Der Goldgehalt ist diesem mechanisch eingemengt, in dendritischen Blättchen und feinen krystallinischen Körnern, und als grofse Seltenheit so bedeutend, dafs er sichtbar wird und als charakteristisches gediegenes Gold in Mineraliensammlungen aufgenommen werden könnte. Das gediegene Gold ist mit bunt angelaufenem Selenblei überzogen. Die Probe wurde nun mit Salpetersäure gekocht, auf diese Weise das Selenblei aufgelöst, und das Gold in dendritischer Form rein abgeschieden, welches nun verschieden eine matte goldgelbe, in's Weifse, Röthliche und Graue schei-

*) Ueber das Vorkommen dieser Erze verweise ich auf meinen Aufsatz in dem 3. Bd. dies. Ann. v. 1825. S. 271.

nende Farbe zeigte; es waren aber auch ganz feine Blättchen von silberweifser Farbe dazwischen, zum Theil so leicht, dafs sie auf dem Wasser schwammen. Aufser dem Golde blieben noch graue Schüppchen zurück, welche bei weiterer Untersuchung sich noch als Selenblei verhielten. Um nun recht genau die Farbe der Auflösung des Goldes beobachten zu können, löste ich solches einzeln liegend in einer weifsen Porcellanschale in Königswasser auf, und fand, dafs die Auflösung der gelben Parthien mehr oder weniger gelb, die der grauen und weifsen aber charakteristisch braunroth erfolgte. Nachdem sich auch nach längerem Kochen nichts mehr auflösen wollte, hatte sich Hornsilber gebildet, welches noch dendritische Form behalten, sonst aber ein schwammiges Ansehn hatte. Dieses Hornsilber zeigte noch einen Rückhalt an Gold und Palladium. Die Auflösung des Goldes wurde mit Auflösung von Cyanquecksilber gemengt, und sofort eine bedeutende Menge Palladium ausgeschieden. Die übrigbleibende Auflösung enthielt nur Gold und Quecksilber.

Durch diese Erfolge näher auf die Spur geführt, löste ich ganze Stücke goldhaltigen Bitterspaths und Selenblei, in Salpetersäure auf, um gröfsere Blättchen von Gold zu erhalten, und zugleich nahm ich bei mikroskopischer Untersuchung der in meiner Sammlung befindlichen Stücke wahr, dafs sich kleine zum Theil gelb angelaufene weifse Krystalle in dem gediegenen Golde befanden, welche ich deshalb früher für Krystalle von Gold gehalten hatte. Nachdem ich so glücklich war, die weifsen Blättchen in zwar sehr geringer Menge, aber doch in solcher Reinheit und hinreichend zu erhalten, dafs ich eine genauere qualitative Untersuchung damit vornehmen konnte, erhielt ich folgende Resultate. Das Fossil findet sich bei gediegenem, in der Regel mit einem Ueberzuge von bunt, oft mit den schönsten Farben angelaufenem Selenblei überzogenen Golde, in und aufgewachsen, in kleinen

Blätt-

Blättchen, erkennbaren sechsseitigen Tafeln, ganz ähnlich wie die des Osmium-Iridium, und kleinen Gruppen von Krystallen, welche durch einander gewachsen sind. Die Farbe ist weiſs, wie Platina, von vollkommenem Metallglanze; erhitzt läuft es an; der Bruch ist vollkommen blättrig, scheinbar, senkrecht auf der Axe des sechsseitigen Prisma's. Es ist dabei spröde, also kein edles Metall in reinem Zustande.

In der Glasröhre geröstet giebt es zuerst einen Geruch nach Oel, dem sehr ähnlich, der sich beim Rösten von Quecksilberselenblei entwickelt, dann einen rothen Ring von Selenium. Bei starkem Blasen wird das Glas, wo die Probe liegt, runzlich und angegriffen, und es schlägt sich ein wenig weiſser Rauch nieder. Mit Borax giebt es ein klares Glas, und schmilzt zu einem spröden Metallkorn, welches, mit Blei abgetrieben, spröde bleibt.

Wenn man das erhaltene Metallkorn wieder röstet, so verhält es sich ganz wie oben erwähnt.

Es blieb nun nur noch eine Prüfung auf dem nassen Wege übrig. Das geröstete Fossil in kochendem Königswasser aufgelöst, gab eine braune Auflösung. Es blieb ein kleiner Rückstand, welcher sich wie Hornsilber verhielt, und beim Erkalten bildeten sich Nadeln von selensaurem Blei. Schwefelsäure gab einen nicht bedeutenden Niederschlag, und Cyanquecksilber entfärbte die Auflösung und schlug, ähnlich wie oben erzählt, viel Palladium nieder.

Hierdurch scheint mir erwiesen, daſs das Fossil eine Zusammensetzung sey, von *Selenpalladium, Selensilber* und *Selenblei*; eine solche Menge indessen davon zusammenzubringen, daſs man eine quantitative Analyse machen könnte, dazu ist wenig Hoffnung vorhanden. Ich muſs noch erwähnen, daſs ich mir künstliches Selenpalladium bereitet habe, um zu sehen, wie sich dasselbe auf der Kapelle verhält. Es ist silberweiſs, spröde, läſst sich ziemlich schwer feilen und gleichfalls nicht auf der Ca-

pelle zu geschmeidigem Metalle abtreiben, welches in der schweren Schmelzbarkeit des Palladiums begründet seyn mag. Uebrigens ist das Selenpalladium sehr leichtflüssig und nimmt gut Eindrücke an, weſshalb es wohl zu Guſswaaren brauchbar wäre.

Nachdem ich nun vorstehende Entdeckung gemacht, und darauf das Gold nochmals genau durchgesehen hatte, bin ich zweifelhaft geworden, ob das gediegene Gold neben dem bedeutenden Silbergehalte auch Palladium legirt enthalte, da bei Untersuchung mit einem guten zusammengesetzten Mikroskope sich fast in jedem Goldblättchen kleine dem bloſsen Auge nicht sichtbare Krystalle von Selenpalladium ergeben. Ich habe zugleich das Selensilber und Selenblei auf Palladium geprüft, indessen bis jetzt keine Spur davon finden können; ich werde nun die Untersuchung fortsetzen, und diesen interessanten Gegenstand, so viel nur meine sehr beschränkte Zeit erlaubt, im Auge behalten.

Die Familie der Selenmetalle wäre also nach Obigem um eine neue Species, das Selenpalladium, zu vermehren, und mit der ersten Entdeckung dieses seltenen Metalles in Europa auch zugleich dasselbe zum ersten Male in einer selbstständigen Species als Erz nachgewiesen. Sehr wünschenswerth möchte es seyn, wenn Sowerby's gediegenes Palladium, welches ich noch nie gesehn habe, noch ein Mal mindestens qualitativ untersucht würde, da die Krystallisation desselben fast vermuthen läſst, daſs noch andere Bestandtheile als metallisches Palladium, Iridium und Platin darin enthalten sind.

Schlieſslich bemerke ich noch, daſs ich sehr gern Freunde der Mineralogie, welche mich besuchen wollen, durch Vorzeigen der wohl noch zu den höchsten mineralogischen Seltenheiten zu zählenden Stücke von Selenpalladium, welche ich in meiner Sammlung besitze, in den Stand setzen werde, über die Richtigkeit meiner Angaben zu urtheilen; versenden kann ich indessen davon nichts.

VIII. *Ueber den Hagel;*
von Julius Ludwig Ideler.

Es ist wohl kein Gegenstand der menschlichen Forschung, welcher seit dem Entstehen der Wissenschaften zu so vielen und mannigfaltigen Vermuthungen Anlaſs gegeben hätte, als die Atmosphäre und die durch sie bedingten Erscheinungen. Um so erfreulicher und willkommner muſs daher dem Meteorologen jede Erklärung seyn, welche von der rein conjecturalen Deutungsweise entfernt auf einzelnen physikalisch erwiesenen Thatsachen fuſst, wenn gleich noch nicht aus dem Umstande, daſs sie ihre Begründung in sicheren durch Versuche nachweisbaren Erscheinungen findet, die unumgängliche Nothwendigkeit hervorgeht, daſs sie die einzig richtige sey. Eine solche schien Leop. v. Buch (Abhandl. der Berl. Akadem. 1814—1815, physik. Klasse, S. 73. folg.) vom Hagel gegeben zu haben, die den Physikern um so annehmlicher erschien, als sie bis dahin nur rein hypothetische, durchaus auf keinen Erfahrungssatz gegründete Erklärungen des Hagels vorgefunden hatten. Denn die früherhin allgemein angenommene Weise, auf die man sich den Hagel zu deuten suchte, daſs nämlich die in den Wolken angehäufte Elektricität die Verdunstung der niedergeschlagenen Wassermassen befördere, Kälte hervorbringe und so das Gefrieren der Regentropfen bewerkstellige, ist aus mehr als einer Ursache als ungenügend verworfen worden. Denn eines Theils ist nachgewiesen, daſs die Elektricität durchaus kein Reagens für die Verdunstung ist, daſs nichtelektrisirtes Wasser eben so, wie elektrisirtes, Dunst in gleicher Menge und von gleicher Expansivkraft unter übrigens gleichen Umständen erzeugt, und namentlich haben dies Erman (s. v. Buch a. a. O.

S. 75. Abhandl. der Berl. Akad. 1814—1815. S. 151.) und Muncke (Gebler's phys. Wörterbuch, neue Ausg. Bd. III. S. 289.) überzeugend gegen Cavallo (Versuche über Theorie und Anwendung der medicinischen Elektricität, §. 65., 2. Uebers.), und Hermbstädt (Gehlen's neues allg. Journ. der Chem. II. S. 339.) dargethan; anderer Seits ist die Ansicht, welche man dieser Erklärung zufolge von atmosphärischer Elektricität hegen mufs, durchaus unstatthaft. Wir haben es also nach Verwerfung dieser Hageltheorie nur noch mit zwei anderen zu thun, der von Volta und der von Leop. v. Buch gegebenen. Erstere (s. Arago's Abhandl. im *Annuaire du Bureau des longitudes*, 1828, *p.* 100. folg.; und daraus in Poggendorff's Annal. Bd. XIII. S. 344.) beruht, wie die vorhergehende, auf der Verdunstung. Volta nämlich glaubt, dafs die Sonnenwärme eine Verdunstung der sogenannten *vapeurs vésiculaires*, aus welchen die Wolke bestehe, oder wenigstens der Oberfläche des sie umgebenden Häutchens bedinge, und auf diese Weise den zur Bildung des Hagels erforderlichen Kältegrad hervorbringe *). Eine ähnliche Ansicht hatte schon früher Gay-Lussac gehegt, wenn er die Hagelerzeugung der durch die Wärmestrahlung der oberen Fläche der Wolken erzeugten Kälte zuschrieb (s. v. Humboldt *voyage aux rég. équinox. T. VI. p.* 352.). Wenn man diese in der That etwas vag ausgedrückte Erklärung genauer analysirt und dabei berücksichtigt, dafs man durchaus nicht von einer Oberfläche der Wolken sprechen könne, so sieht man leicht, wie die Erklärung Gay-Lussac's sich auf die von Volta gegebene zurückführen läfst. Bedenke man aber, wie viel solcher Blasen es bedürfte — die Dicke der Wasserhaut beträgt nach Kratzenstein (Saus-

*) Ueber die Volta'sche Erklärung von der Vergröfserung der Hagelkörner durch längeres Verweilen in der Luft, welches durch elektrische Anziehungen und Abstofsungen bedingt würde; vergl. Prechtl in Gehlen's Journal, Bd. VII. S. 223.

sure's *Essai sur l'hygrométrie*, §. 202. *p.* 288. *ed.* 8.) 0'',000002; und der Durchmesser des ganzen Bläschens ist nach Saussure im Maximo nur 0'',00036 — um die zur erforderlichen Kälteerzeugung nöthige gasförmige Dunstmasse zu erzeugen und wie viele um ein Hagelstück auch nur von 1'' Durchmesser hervorzubringen! Aus diesen einfachen Angaben erhellt sogleich, dafs die Wolke, welche Hagel hervorbringen soll, eben so nothwendig aus dampfförmigem, d. h. concretem Wasser bestehen müsse, wie dies bei Bildung des Regenbogens der Fall ist; dafs aber auch bei einer solchen Beschaffenheit der Wolke die Sonnenwärme nicht im Stande sey, durch Verdunstung einen Kältegrad hervorzubringen, welcher die Hagelbildung bedingen könne, ist wohl nach Anführung des einen schon von Arago (s. Poggendorff's Annal. a. a. O. p. 348.) gegebenen Beispiels klar, dafs sich im Jahre 1788 ein Hagelwetter vom südlichen Frankreich über die ganze Breite des Königreichs bis nach Holland erstreckt hat *). Dieselbe Erscheinung widerlegt die von L. v. Buch, eigentlich schon von du Carla, aufgestellte Meinung, dafs der Hagel ein blofs locales, kein allgemein meteorisches Phänomen sey. v. Buch gründet seine Theorie auf das Princip des aufsteigenden Luftstroms. An Tagen, wo der Boden und die unteren Luftschichten bedeutend viel Wärme absorbiren, werden letztere, theils unmittelbar durch diese Wärmeverschluckung, welche eine Folge der Lichtexstinction ist, theils durch die Wärmestrahlung des Bodens **), theils durch Mittheilung***) erwärmt, und bilden auf diese Weise einen aufsteigenden Luftstrom, welcher die mehr oder weniger

*) Man vergleiche auch Brandes Beitr. zur Witterungsk. S. 357.

**) Diese scheint am Tage der Sonnenhöhe proportional fortzuschreiten. (Baumgartner und v. Ettinghausen, Zeitschr. Bd. II. S. 219.

***) Diese Wärmeleitung von der Erdoberfläche nach den höheren Regionen der Atmosphäre ist nach Rumford's, Dalton's u. a.

mit Feuchtigkeit gesättigte, dünnere Luft bis zu einer beträchtlichen Höhe führt, in welcher sie sich mit der umgebenden Luft in Gleichgewicht zu setzen vermag. Hier nun wird, und vielleicht schon früher in den niederen Regionen, eine Masse des in Dunstform vorhandenen Wassers niedergeschlagen, welche in Tropfen herabstürzt, die, indem sie durch wärmere Luftschichten hindurchfallen, verdunsten, gefrieren, neuen Dunst anziehen, wieder gefrieren, und so das Hagelkorn, einen halb aus Eis, halb aus Schnee bestehenden kleinen Gletscher, bilden. Diefs ist im Wesentlichen v. Buch's Theorie. Der erste und gewifs nicht unerhebliche Einwurf ist der, dafs es fast nie in den Aequatorialgegenden an Orten unter 350 Toisen Höhe hagelt*), wo doch der aufsteigende Luftstrom fast immer dem Sättigungspunkte von Feuchtigkeit nahe ist. Der Hagel ist zwischen den Tropen so selten, dafs Al. v. Humboldt (s. *Voyage aux rég. éq. T. IV. p.* 196.) erzählt, ein Hagelfall mache daselbst einen gröfseren Eindruck auf das Volk, als bei uns das Herabstürzen von Meteorsteinen. Beispiele lassen sich zählen; man findet eins bei Humboldt (*Voyage aux rég. éq. T. VI. p.* 350.), ein zweites bei Thibaut de Chanvallon (*Voyage à la Martiniq, p.* 135.), einige andere bei Moreau de Jonnès (*sur le clim. des Antilles, p.* 49.). Man sieht hieraus, dafs Hagel zwischen den Tropen eine eben so anomale Erscheinung sey, wie Schnee in Apulien (s. Gilb. Annal. Bd. XXIV. S. 244.), in Neapel, Lissabon, Malaga, dem

Physiker Versuchen zweifelhaft geworden. (S. v. Humboldt in Gilb. Ann. XXIV. S. 13. — Well's, über den Thau, übers. von Horner, Zürich 1821, S. 59.) Im Grunde ist sie auch von keinem Einflusse auf die meteorologischen Phänomene, mit Ausnahme des speciellen Falles, wo die wärmere Luftschicht über der kälteren liegt, und diese durch Contact jener erwärmt werden könnte.

*) In gröfseren Höhen ist Hagel nicht seltner als in den gemäfsigten Climaten. S. Humb. *Voyage auy rég. éq. T. IV. p.* 212. Schweigger's Journal, Bd. XLIV. p. 106.

amerikanischen Valladolid, Mexico (s. Humboldt, *Rél. historiq. Vol. I. p.* 110.), Jamaica (Froriep's Notizen Bd. IV. S. 72.). Nach Leop. v. Buch's Theorie müſste es gar nicht oder nur höchst selten des Nachts hageln. Beispiele davon sind aber eben nicht selten. So erwähnt v. Buch selbst einen Hagel, welchen Hasselquist auf seiner Reise nach Palästina auf dem Meere beobachtete; auch Delcroſs (*Bibliothèq. univers. T. XIII. p.* 154.) erzählt ein Beispiel eines nächtlichen Hagels, und eine ganze Reihe davon hat Arago (s. Poggendorff's Annalen, Bd. XIII. S. 344.) gesammelt, denen sich gewiſs noch mehrere hinzufügen lassen würden, wie der zu Montpellier den 30. Jan. 1741 Nachts beobachtete (s. *Mémoires de l'acad. de Paris* 1741, S. 218.). v. Buch erwähnt die Thatsache, daſs es äuſserst selten auf Bergen hagele, obgleich auch diese Erscheinung, selbst in gemäſsigten Climaten nicht ganz abzuläugnen ist. Dies kann keinen anderen Grund haben, als den, daſs die Hagelwolken äuſserst niedrig ziehen, was Arago durch das Zeitintervall, welches zwischen Blitz und Donner bei ihrer Entladung verflieſst, bestätigt hat; und wenn denn die Hagelwolken eine so geringe Höhe haben, wie kann der Hagel eine Folge des aufsteigenden Luftstroms seyn? Je niedriger nun die Hagelwolken schweben, von desto geringerer Dauer wird das Zeitintervall seyn, welches zwischen dem Augenblicke, in welchem sich der Tropfen von der Wolke losreiſst, und dem, in welchem er auf den Boden niederfällt, verflieſst *). Aber wie kann in einer Minute Fall, und gröſser ist das erwähnte Zeitintervall gewiſs nicht, sich eine Hagelmasse von vielen Unzen Gewicht, wie sie doch gar nicht selten ist, durch Verdunstung erzeugen! Dies Alles hat mir die, gewiſs sonst äuſserst sinnreiche Hageltheorie

*) Brandes (Beitr. zur Witterungskunde, S. 359.) setzt die Höhe der Hagelwolken auf 3000', woraus nach Benzenberg's Versuchen (Ueber die Umdrehung der Erde, S. 203.) mäſsige Regentropfen nur 100 Secund. zum Herabfallen gebrauchen.

Leop. v. Buch's unwahrscheinlich gemacht, und ich ward auf eine andere geführt, welche ich bisher noch nirgends ausgesprochen gefunden habe. Zwar hat Dove noch neuerdings, und ich weifs, dafs er in dieser Beziehung nur das Organ der jetzt unter den Physikern herrschenden Meinung ist, gegen die vielen Einmischungen der Elektricität in die Meteorologie geeifert (s. Poggendorff's Annal. Bd. XIII. p. 419.); man mufs ferner in der That zugestehen, dafs die elektrischen Erscheinungen unserer Atmosphäre nur secundärer Art sind; aber auch diese können ihre Folgen und Wirkungen haben, und eine solche ist der Hagel. Ich will zuvörderst zwei Sätze hier aufstellen, deren ich bei weiterer Auseinandersetzung bedarf, und welche von anerkannten Physikern bestätigt worden sind.

I. In jedem Körper, welcher isolirt von der Fläche des Bodens bis zu einer beträchtlichen Höhe gehoben wird, entsteht, blofs durch die Entrückung aus dem Wirkungskreise der unendlich grofsen Erdmasse, eine beträchtliche elektrische Spannung, weil die Elektricität in der niederen Station durch Einwirkung der Erde in ihm gebunden war, in der höheren Station sich nothwendig expandirt, und zwar um so mehr, je weiter er aus der bindenden Atmosphäre des Bodens entrückt wird. Durch diesen Ladungsprocefs entstehen Blitz und Donner bei dem verticalen Dampfstrome, der vom Krater eines Vulcans aufsteigt. Diesen Satz verdanken wir Erman (s. Gilb. Ann. Bd. XV. p. 385. Bd. XXVI. p. 9.)*). Daher werden, sobald ein Luftstrom an einem Orte zu irgend einer Zeit besteht, die höheren Regionen der über ihm liegenden Luftsäule elektrisch seyn und zwar $-E$

*) Allgemein könnte man den Satz so aussprechen: Wenn ein Körper sich von einer Oberfläche losreifst, deren Elektricität neutralisirt war, und in die Höhe steigt, so erlangt er die E, welche der des umgebenden Mediums entgegengesetzt ist. In dieser seiner Allgemeinheit läfst sich der Satz aus Erman's Beispielen deduciren.

haben, und im Allgemeinen wird die Intensität der atmosphärischen Elektricität zunehmen, je höher wir uns in den Luftkreis erheben. Ferner wird hiernach der Dunst, welcher von einer Wasseroberfläche oder anderen feuchten Körpern ausgeht und sich der atmosphärischen Luft beimengt, $-E$ erhalten, und eben so der aus ihm hervorgehende Niederschlag. Dies ist die Ursache des *Schwebens* der Wolken, welche oft schwerer sind, als das Medium, in welchem sie sich erhalten; sie werden nämlich von der Erdoberfläche eben so abgestofsen, wie von der zunächst über ihnen liegenden Luft.

II. Das Wasser, sobald es aus dem tropfbarflüssigen Zustande in den gasförmigen übergeht, bindet bekanntlich eine Quantität Wärme und macht sie wiederum frei, sobald es in die flüssige Form zurücktritt. Beides ist auch mit der Elektricität der Fall (siehe Davy in Gilb. Annal. XXVIII. p. 192.). Ein zweiter Grund, weshalb die Wolken $-E$ haben, während die sie umgebende Luft $+E$ zeigt. Dafs aber keine Neutralisation beider Elektricitäten statt findet, sobald sich die blasenförmigen Dünste erzeugen, davon ist das aufserordentlich geringe Leitungsvermögen für die $-E$ Ursache, was Trémery (*Journal de physique, T. LIV. p.* 357. — Gilb. Annal. XXIII. p. 426.) durch den bekannten Versuch mit der Lullin'schen Charte für die atmosphärische Luft, Grotthufs und andere Physiker (s. Schweigger's Journal, IX. S. 330. — Gilbert's Annal. XXXII. S. 31. XLIII. S. 218. — *Annales générales de Physique, VIII. p.* 111. — Voigt's Magazin, X. St. 3. S. 55.) für alle übrigen Gasarten nachgewiesen haben. Hiernach erklären sich Erscheinungen, wie die von Huth in *Charkow* beobachtete (s. Gilb. Ann. Bd. XXX. S. 239.). Der Himmel war nämlich mit leichten Wolken bedeckt, als plötzlich eine aufserordentliche Helligkeit sich über den ganzen Himmel verbreitete, eine Entbindung nämlich von Elektricität, welche von dem Uebergange des gasförmi-

gen Dunstes in den tropfbarflüssigen Zustand herrührte. Sobald diese Lichtperiode vorüber war, erschien der Himmel »*durchaus mit dunklen Wolken in weit gröfserem Maafse, als zuvor, bedeckt*« *). — »Der Blitz erscheint nicht vor der Wolke, sondern ganz bestimmt erst nachher; nicht vor der Aenderung der Form, sondern nachdem sie geschehen ist. Ein sehr neues Beispiel hievon war das Westgewitter und der Hagel, die man am 15ten November 1813 in Berlin sahe. Der Himmel war heiter im Zenith, trübe umher. Plötzlich weht schneller der warme Wind aus Westen, die Wolke bildet sich schnell, und es schien mit einem Male Nacht geworden zu seyn. Blitz und Donner, die man sogleich erwartete, erschienen auch eine halbe Minute darauf.« (Leop. v. Buch, über den Hagel, a. a. O. S. 85.)

Sobald nun in der Luft ein Niederschlag erfolgt — und dies kann auf mannigfache Weise geschehen — so wird eine Quantität Wärme frei und zugleich $-E$. Letztere neutralisirt die $+E$ der atmosphärischen Luft und es entstehen die gewöhnlichen elektrischen Erscheinungen, welche, wie man hieraus sieht, dem Regen *folgen*, was schon Reimarus, Pfaff und Dove (s. Poggendorff's Annal. Bd. XIII. S. 423.) beobachtet haben. Ferner geht aus dieser Auseinandersetzung hervor, dafs freie Elektricität nur dann in den Wolken vorhanden sey, wenn das Wasser nicht mehr Dunst ist, sondern schon Dampfform**) angenommen hat, und es bestätigt sich somit die

*) Sollte sich nicht auf diese Weise das sogenannte *Wetterleuchten* (bei den Franzosen *éclairs de chaleur*) erklären lassen, das nicht blofs am Horizonte erscheint, also kein entferntes Gewitter ist, sondern welches Al. v. Humboldt (s. *Voyage aux rég. équin. Tom. VII. p.* 9., vergl. Brandes Beitr. zur Witterungskunde, S. 355.) auch im Zenith beobachtete bei Wolken, welche eben keine bedeutende Höhe hatten?

**) Ich nehme den Unterschied zwischen *Dunst* und *Dampf* an, welchen Fischer (Kritik der Verdunstungslehre, S. 7.) vorgeschlagen hat und der von manchen Physikern befolgt worden ist.

Richtigkeit der von de Luc und Saussure nachgewiesenen Thatsache, daſs Wolken selbst nicht Magazine der Elektricität seyen (s. Dove a. a. O. S. 419. — Buch a. a. O. S. 85.). Die durch den Niederschlag frei werdende Wärme muſs eine Quantität des schon niedergeschlagenen Wassers zur Verdunstung bestimmen. Ist aber nicht genug Wärme vorhanden, so entzieht ein Theil der verdunstenden Wassermenge einer andern ihre Wärme und es entsteht *Hagel.* Der erzeugte Dunst erhält nun $+E$, da alle Elektricität neutralisirt ist, und das umgebende Medium $-E$ hat, steigt in die Höhe, bildet eine neue Wolke und wird hier von Neuem niedergeschlagen*). Hieraus läſst sich die schon oben erwähnte, von Leop. v. Buch angeführte Erscheinung erklären, daſs die am Abhange belegenen Weinpflanzungen am Neufchateller See verhageln, während die über ihnen liegenden Gegenden bloſs vom Regen getroffen werden. Hieraus folgt unmittelbar ferner, daſs es zwischen den Tropen gar nicht oder nur höchst selten hageln werde, da stets genug freie Wärme in der Atmosphäre vorhanden ist, um den Verdunstungsproceſs der niedergeschlagenen Wassermasse zu bewerkstelligen. Hieraus geht die gletscherähnliche Bildung der Hagelkörner hervor, da der Regentropfen, welcher nun $-E$ erhielt, bei einem plötzlichen Gefrieren nicht ganz in Eis verwandelt werden konnte, und indem er sich, vermöge seiner $-E$, trotz seiner Schwere oscillirend in der Luft erhielt, nach und nach denselben Proceſs erlitt, welcher ihn, nach Leop. v. Buch, beim Herabstürzen durch die wärmeren Luftschichten in ein Hagelkorn verwandeln sollte. Hieraus erklärt sich denn auch der Uebergang von $+E$ zu $-E$ durch $0E$, hindurch, der während des Hagels und überhaupt während jedes Regens in der Atmosphäre wahrgenommen wird und den Physikern viel zu schaffen gemacht hat, dessen aber v. Buch in

*) Die Beobachtungen von Blitzen, welche in die Höhe schlagen, bestätigen es, daſs die obere Wolke $+E$ hat.

seiner Abhandlung gar keine Erwähnung thut *). Auch v. Humboldt hat ihn während der Regenzeit unter dem Aequator wahrgenommen (s. *Voyage aux rég. éq. Tom. VI. p.* 176.), wo die elektrische Ladung der Atmosphäre viel stärker ist, als in der temperirten Zone; denn, während er in Europa die Korkkügelchen des Elektrometers nur um 1‴ divergiren sah (s. *Journal de physique, Tom XLVIII. p.* 193.), so betrug dagegen in America die Divergenz oft 3‴—4‴ (s. *Voyage, Tom. VI. p.* 178.). Auch er hat von dem Elektricitätswechsel keine Erklärung angeführt. Man sieht endlich, nach dem Gesagten, keinen Grund ein, weshalb die Hagelerzeugung nicht unmittelbar erfolgen sollte, sobald der Procefs der concreten Wasserbildung seinen Anfang genommen hat, und auch an solchen Beispielen fehlt es nicht (s. Froriep's Notizen, Bd. VI. p. 201.) **).

Man sieht nach der von mir aufgestellten Theorie ein, weshalb ein aus vielseitiger Erfahrung erprobtes Mit-

*) Vergl. die Abhandl. von Foggo in Baumgartner's und v. Ettinghausen's Zeitschr. Bd. I. S. 296. — *Journal of Science, No. VII. p.* 125.

**) Ich will noch einem Einwurfe begegnen, der mir gemacht werden könnte, dafs nämlich meiner Theorie gemäfs viel öfter Hagel erzeugt werden müfste, als es wirklich der Fall ist, weil ja im Sommer der herrschenden Meinung gemäfs in den meisten Tagen gleichviel freie Wärme in den etwas höheren Luftschichten vorhanden ist, welche das durch Niederschlag erzeugte Wasser von Neuem zur Verdunstung determiniren müfste. Aber schon Brandes (Beitr. S. 363.) hat erwähnt, dafs eine grofse Wärme in den Luftschichten, wo der Procefs der Wolkenbildung vor sich geht, ein gewöhnlicher Vorbote der Gewitter und Stürme, die sich von jenen nur dadurch unterscheiden, dafs kein Niederschlag erfolgt, sey, und zugleich angeführt, dafs die Luftspiegelungen nach oben, welche blofs dadurch erklärt werden können, dafs eine bedeutend wärmere Luftschicht über einer kälteren liegt (Gilb. Annal. XXIII. p. 372.) gemeiniglich vor Gewittern beobachtet werden (vergl. auch Gilb. Ann. Bd. III. S. 299.). Auch hat er bemerkt (Gilb. Ann. XVII. S. 176.), dafs die Erscheinungen dieser starken Refraction und vorzüglich der doppelten Bilder nicht überall gleich gut sich zeigen, sondern dafs die dazu erforderliche Disposition der Luft zuweilen in der einen, zuweilen in der andern Luftschicht entsteht. Beispiele solcher aufserordentlichen Wärme in höheren Luftschichten, als Vorboten von Sturm und Gewittern, findet man bei Cook *troisième voyage à l'océan pacifiq. Paris* 1785. 4. *Vol. I. p.* 151. — La Pérouse, *Voyage autour du monde rédigé par Milet-Mureau, Vol. III. p.* 30. *ed.* 8. — Murray's Erklärung dieser Erscheinung (Baumgartner's und v. Etting-

tel, den Hagel abzuwenden, diese Wirkung ausübt. In Frankreich nämlich, auch im südlichen Deutschland, war und ist es zum Theil noch in vielen Gemeinden gebräuchlich, beim Herannahen hageldrohender Wolken, Geschütz abzufeuern, Glocken zu läuten, zu trommeln, Knallpulver detoniren und Raketen in der Luft platzen zu lassen (s. die Abhandlung von Leschevin im *Magazin encyclopédique T. II. p.* 1. folg. — Gilb. Annal. XXIV. S. 400. folg.). Wenn nämlich die Luft bei Verminderung des Druckes, unter welchem sie steht, sich ausdehnt, so absorbirt sie Wärme, und umgekehrt, indem sie sich condensirt, entbindet sie dieselbe. Durch die Condensation der Luft, welche die oben erwähnten Bewegungsmittel hervorbringen, wird der Uebertritt des tropfbarflüssigen Wassers in Dunstform unterstützt, sobald die Hagelerzeugung noch nicht ihren Anfang genommen hat, nach dem Beginn derselben aber der Rücktritt des in die starre Aggregatform durch Entziehung von Wärme übergegangenen Wassers in den tropfbaren Zustand begünstigt.

IX. *Ueber das pyrophosphorsaure Natron und ein phosphorsaures Natron mit geringerem Wassergehalt als das gewöhnliche.*

(Freier Auszug aus dem *Edinb. Journ. of science, Vol. VII. p.* 298—316.)

Als Hr. Clark, Lehrer der Chemie und Mechanik an der Glasgow Mechanics Institution, eine Lösung von phosphorsaurem Natron mit einer von salpetersaurem Silberoxyd vermischte, erhielt er zu seinem Erstaunen, nicht wie gewöhnlich einen gelben, sondern einen weifsen Niederschlag. Da das angewandte Salz mehrmals umkrystallisirt worden war, so glaubte er anfänglich, das käufliche phosphorsaure Natron möchte nur wegen eines bei-

hausen's Zeitschr. Bd. I. S. 291.) übergehe ich jetzt um weitere Erörterungen zu vermeiden.

gemengten Stoffes einen gelben Niederschlag geben. Er suchte daher eine Portion von diesem durch mehrmaliges Umkrystallisiren zu reinigen; allein auch dieses, seiner Meinung nach, gereinigte Salz fällte wie zuvor das salpetersaure Silberoxyd mit gelber Farbe, es mochte nun seine Lösung in die des Silbers, oder umgekehrt diese in jene getröpfelt werden. Jetzt fiel ihm bei, dafs das Salz, welches den weifsen Niederschlag gegeben hatte, vor seiner Auflösung geglüht worden war. Er nahm daher von dem umkrystallisirten Salze einen grofsen Krystall, brach ihn durch, und löste das eine Stück geradezu in Wasser, das andere aber erst, nachdem er es geglüht hatte. Die Lösung des nicht geglühten Stückes gab mit der Silberauflösung wie gewöhnlich einen gelben Niederschlag, die des geglühten Stückes aber einen weifsen. Hiedurch war es also erwiesen, dafs das phosphorsaure Natron durch die Glühhitze auf eine eigenthümliche Weise verändert wird.

Das geglühte Salz unterschied sich aufserdem noch durch zwei andere Eigenschaften von dem ungeglühten. Als nämlich Hr. C. die Lösung des ersteren zu einer Silberlösung hinzusetzte, so lange als noch ein Niederschlag entstand, war die Flüssigkeit neutral, wogegen sie, bei Anwendung des ungeglühten Salzes, alsdann bekanntlich sauer reagirt; und überdiefs gab die Lösung des geglühten Salzes, nachdem sie zur Krystallisation abgedampft worden, Krystalle, welche in Form und Wassergehalt gänzlich von den Krystallen des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons verschieden waren.

Die Form dieser Krystalle war nämlich nach einer Bestimmung des Hrn. Haidinger (die in demselben Bande des *Edinb. Journ. p.* 314. mitgetheilt wird) folgende. Grundform: eine ungleich vierseitige Pyramide.

$P = \left\{ \begin{matrix} 76^\circ\ 6' \\ 56^\circ\ 2' \end{matrix} \right\}$, $130^\circ\ 47'$, $137^\circ\ 0'$ Fig. 1. Taf. VII. *).

*) Diese Tafel wird dem nächsten Hefte beigelegt werden. *P.*

Neigung der Axe in der Ebene der langen Diagonale $=21^\circ\ 48'$. Ebene Winkel der Basis $50^\circ\ 8'$ und $129^\circ\ 52'$

$$a:b:c:d=2,5:2,35:1,1:1,0.$$

Combinationen, gewöhnlich wie Fig. 2. Taf. VII., deren krystallographische Zeichen sind:

$$P-\infty(a).\ \frac{P}{2}(P).\ \bar{P}r(d).\ -\frac{\breve{P}r}{2}(e).\ -\frac{P}{2}(c).\ \breve{P}r+\infty(b).$$

Fig. 3. ist eine Projection derselben auf die, der Neigungsebene parallelen, Ebene. Neigung von:

a zu *b*	$=111^\circ\ 48'$	*a* zu *c*	$=103^\circ\ 24'$
a : *e* (anliegend)	$=118\ \ 22$	*b* : *P*	$=121\ \ 43$
b : *e*	$=129\ \ 50$	*b* : *c*	$=107\ \ 30$
a : *P*	$=119\ \ 36$	*b* : *d* (über *P*)	$=101\ \ 51$
a : *d*	$=123\ \ 33$		

Die Krystalle hatten einen vollkommen muschligen Bruch, und waren völlig luftbeständig, verwitterten nicht wie das gewöhnliche phosphorsaure Natron.

Was den Wassergehalt dieses Salzes betrifft, das Hr. Cl. zur Unterscheidung von dem gewöhnlichen phosphorsaurem Natron, Pyrosphat of Soda nennt, so fand er:

	1. Vers.	2. Vers.	Mittel.
Wasserverlust auf dem Sandbade	0,4061	0,4065	0,40683
— beim nachherig. Rothglüh.	0,0011	0.0007	0,0009
Trocknes Pyrophosphat . .	0,5928	0,5928	0,5928

wonach derselbe annimmt, es enthalte 10 Proportionen Krystallisationswasser.

Als Hr. C. die Krystalle des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons eben so behandelte, nämlich erstlich auf einem Sandbade beträchtlich erhitzte und darauf einer Rothgluth aussetzte, erhielt er folgende Resultate:

	1. Vers.	2. Vers.	3. Vers.	Mittel,
Wasserverlust auf d. Sandbade	0,6168	0,6170	0,6164	0,6167
— nachher beim Glüh.	0,0250	0,0247	0,0247	0,0248
Trocknes Pyrophosphat .	0,3582	0,3583	0,3589	0,3585

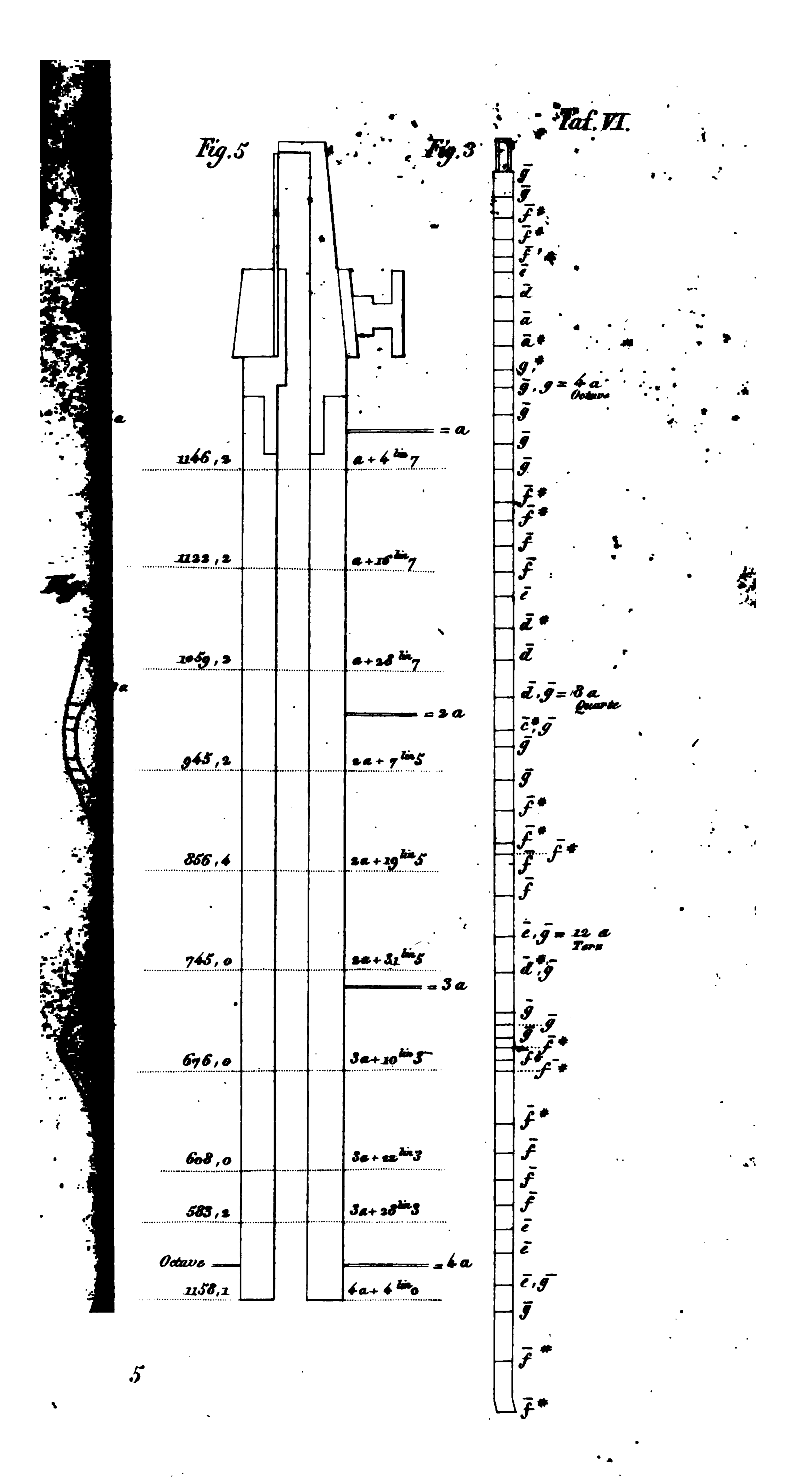
Hieraus schliefst Hr. C., dafs das gewöhnliche Salz 25 Proportionen Krystallwasser enthalte, von denen es aber nur 24 in der Hitze des Sandbades verliere, zur

Unterscheidung von dem krystallisirten Pyrophosphat, welches dabei seinen ganzen Wassergehalt einbüſse. Nach Verlust dieser 24 Proport. Krystallwasser hatte sich übrigens das gewöhnliche Salz noch nicht in Pyrophosphat verwandelt, da es mit salpetersaurem Silberoxyd noch einen gelben Niederschlag gab.

Durch einen besonderen Versuch, worin Hr. C. 23,45 Gr. des auf dem Sandbade getrockneten Salzes in einer Glasretorte glühte, und diese durch eine gebogene Röhre mit einem Quecksilberapparate in Verbindung setzte, überzeugte sich derselbe, daſs beim Glühen, wodurch dieſs Salz in das Pyrophosphat verwandelt wird, nur Wasser fortgeht. In der Biegung fanden sich nämlich 1,46 Gr. reinen, nur etwas brenzlich schmeckenden Wassers, und in der Glocke nur 0,1 Kubikzoll gemeiner Luft. Wodurch das Salz also eigentlich die besonderen Eigenschaften beim Glühen erlangt, bleibt noch gänzlich ein Räthsel. Hr. C. glaubte indeſs, es könne der Vorgang ein ähnlicher seyn, wie beim Glühen des schwefligsauren Natrons ($4\ddot{S}+4Na$), welches dadurch in ein Gemenge von schwefelsaurem Natron und Schwefelnatrium [$(3\dddot{S}+3Na)+NaS$)] zerfalle, also ohne Gewichtsänderung, in einen Körper von ganz anderer Natur übergehe *).

*) Wiewohl Vorgänge dieser Art allerdings möglich sind, so wird man doch schwerlich die Ansicht des Hrn. C. theilen, wenn man sich erinnert, daſs, nach Engelhart's Erfahrung (dies. Ann. Bd. 85. S. 631.) die Phosphorsäure schon für sich durch das Glühen eine ähnliche merkwürdige Aenderung in ihrem Verhalten gegen Eiweiſs erleidet. Mit dieser stehen die von Hrn. C. beobachteten Thatsachen im innigsten Zusammenhang, wie sich aus einer, vor längerer Zeit hieselbst unternommenen, Wiederholung und Erweiterung der Clark'schen Versuche ergeben hat. Dasselbe hat auch Hr. Gay-Lussac bestätigt gefunden (*Ann. de chim. et de phys. T. XLI. p* 332.). Phosphorsäure, die lange gestanden hatte und das Eiweiſs nicht fällte, gab mit Natron ein Salz, welches Silberlösung gelb niederschlug; frisch geglühte Säure aber, nachdem sie an Natron gebunden worden, fällte diese Lösung weiſs. Phosphorsaures Blei, erhalten durch Zerlegung von essigsaurem Blei mit geglühtem phosphorsauren Natron, gab bei Zersetzung mit Schwefelwasserstoff eine Phosphorsäure, die Eiweiſs fällte, und, mit Natron verbunden, Silberlösung weiſs niederschlug. *P.*

(Schluſs im nächsten Hefte.)



Taf. VI.
Fig. 5
Fig. 3
= a
1146,2
a + 4 lin 7
1123,2
a + 16 lin 7
1059,2
a + 28 lin 7
= 2 a
945,2
2a + 7 lin 5
856,4
2a + 19 lin 5
745,0
2a + 31 lin 5
= 3 a
676,0
3a + 10 lin 5
608,0
3a + 22 lin 3
583,2
3a + 28 lin 3
Octave
= 4 a
1158,1
4a + 4 lin 0
g . g = 4 a Octave
d . g = 8 a Quarte
e . g = 12 a Terz
5



ANNALEN
DER PHYSIK UND CHEMIE.

JAHRGANG 1829, ACHTES STÜCK.

Ueber das Verhalten der krystallinischen Gesteine zum Schiefergebirge am Harze, im Erz- und im Fichtelgebirge;

von Friedrich Hoffmann.

Die Art, wie die massigen crystallisirten Gebirgsarten es Harzes der Hauptmasse seines Schiefergebirges einefügt vorkommen, scheint einer eigenen Betrachtung werth. ısbesondere sind es hier die Granitmassen desselben, elche zunächst unsere Aufmerksamkeit auf sich ziehn. ekanntlich ist die Frage über die Primitivität dieser Geirgsart, welche alle älteren Geognosten als den Kern es Gebirges darstellen, so häufig und so mannigfach disıtirt, und bis in die neuesten Zeiten so vielfältig behend und verneinend beantwortet worden, dafs die

*) In der Voraussetzung, dafs es den Lesern der Annalen von ıteresse seyn werde, eine Reihe in Deutschland beobachteter Thatchen kennen zu ernen, welche den bei uns noch zu wenig berücksichgten Einflufs vulkanischer Vorgänge auf die Bildung der Gebirge ereisen, haben wir uns unter Zustimmuug des Verfassers erlaubt die genwärtige Abhandlung mitzutheilen. Sie ist ein Bruchstück eines Verkes, welches unter dem Titel: »*Uebersicht der orographischen id geognostischen Verhältnisse des nordwestlichen Deutschlands*,« im Kurzen bei dem Verleger dieser Zeitschrift erscheinen wird.
P.

Granite des Harzes vielleicht bald noch die einzigen seyn werden, deren jüngere und durch vulcanische Kräfte bewirkte Entstehung bis jetzt noch nicht allgemein anerkannt worden.

Erst nur seit wenigen Jahren noch ist es zunächst durch die Beobachtungen des Herrn Berghauptmann von Veltheim, so wie durch Leopold von Buch's umfassende Darstellungen erwiesen worden, daſs sich das Vorkommen der Granite in diesem Schiefergebirge auf zwey völlig getrennte, wenigstens gewiſs nicht nahe unter der Oberfläche zusammenhängende Gruppen von sehr ungleicher Gröſse beschränke. Die östliche durch den Rammberg und die Felsen der Roſstrappe gebildet, die westliche durch das Brocken-Gebirge und seine nächsten Umgebungen. Beyde liegen gleichartig hart an dem Rande des Gebirges, und insbesondere an dem östlichen Ufer des Bode-Thales steigen die Granitfelsen nackt, ohne Vorkette, unmittelbar aus der Ebne auf, welcher sich bald in geringer Entfernung die das alte Gebirgsland umgebenden Hügelreihen anschlieſsen. Auch in einigen Erscheinungen ihrer äuſsern Gestalt haben beyde Granitgruppen eine auffallende Aehnlichkeit. Leopold von Buch hat zunächst darauf aufmerksam gemacht, wie es eine so vielen Granitinseln eigenthümliche Erscheinung sey, daſs sie da, wo sie endigen, von einer tief eingerissenen Spalte zerschnitten werden, von welcher das letzte Stück derselben losgerissen, und in die Tiefe gestürzt scheint *). Er hat zugleich noch das Eintreten dieses Verhältnisses in der östlichen Gruppe des Harzes durch die merkwürdige Roſstrappenkluft nachgewiesen, und es ist leicht auch in der westlichen Granitmasse dieselbe Erscheinung in der Felsenspalte des Ocker-Thales, zwischen den Ockerhütten und Altenau, wiederzuerkennen, an deren Ufer-

*) Leonhardt's Taschenbuch, 1824. p. 492.

ändern die letzte westliche Verzweigung des Granites er Brockengruppe so plötzlich verschwindet.

Fragen wir indefs nach den Aufschlüssen, welche lie Beobachtung der Gränzen des Granites gegen die hm benachbarten Gesteine darbieten, so sehn wir sehr ald, wie hier völlig dieselben Verhältnisse wiederkeh-en, welche uns von allen genauer beobachteten Erschei-ungen dieser Gebirgsart in andern Gegenden der Erde ekannt geworden sind. Schon von Raumer, der be-anntlich zuesrt an der Primitivität dieser Granite zwei-felte, war auf das in ihrer Nähe unveränderte Streichen nd Fallen der Grauwacke- und Thonschiefer-Schichten, insbesondere an den Eingängen in das lse- und Bode-Thal, aufmerksam geworden. Mit einen Angaben stimmen auch in dieser Beziehung die Vahrnehmungen aller späteren Beobachter. Insbeson-ere aber scheint es durch die sehr schätzbaren und usgedehnten Untersuchungen des Herrn von Veltheim rwiesen, dafs die ganze Masse des Schiefergebir-es, welche sich zwischen beyden Granitgruppen efindet, eben so wie die an ihren Seiten befindliche, n ihren ursprünglichen Streichungslinien sowohl, als in ler Richtung ihres Fallens, bis selbst in die unmittel-are Nähe der Granitmassen, keine bemerkenswer-he Veränderung erleiden. Nichts desto weniger sind ndefs doch die von von Raumer auf diese wichtige Erscheinung gegründeten Ansichten, als ob sich daraus uf eine regelmäfsige Einlagerung des Granites in der Thonschiefermasse schliefsen lasse, keinesweges mit len ferner beobachteten Verhältnissen derselben über-instimmend. Schon ganz im Allgemeinen widerspricht lieser Ansicht, wie diefs bereits von Herrn Professor Germar bemerkt worden ist (Leonhardt's Taschen-buch, 1821. p. 45.), die dem Streichen des Gebirges fast rechtwinklige Längen-Ausdehnung beyder Granitmas-

Kk 2

sen in der Richtung von SW. nach NO. *). Indeß mehr noch ist es deutlich, wenn wir an den Ufer-rändern des Bode- und des Ocker-Thales den Grenzen der Schiefergebirgsarten genauer nachgehen.

Ein Gang von der Blechhütte bey Thale auf die Roßtrappe überzeugt uns, daß schon lange, bevor uns die Granite auf der Höhe des Uferrandes neben den Schiefern erscheinen, ihre Masse sich in senkrechten Abständen unter uns in der Tiefe des Bode-Thales eingestellt habe, und daß sich die Schichten der ihr zufallenden Schiefer keinesweges bis unter die Granitmasse verfolgen lassen, sondern daß sie wenig unterhalb des Weges von ihr abgeschnitten werden, oder daß der Granit sie, im eigentlichsten Verstande des Wortes, abhebt bevor sie die Sohle des Thales errei-

*) In dieser besonders bey den Graniten der Brockengruppen sehr deutlich ausgesprochenen Erscheinung, welche ein Blick auf die geognostische Charte des Landes lehrt, liegt unstreitig nichts Zufälliges. Sie kehrt noch häufig auch in andern Gebirgsgegenden unter ähnlichen Verhältnissen wieder. Wir wollen hier statt entfernterer Beyspiele nur an das Auftreten der Granitmasse von Nauendorf und Bobritzsch in der Nähe von Freyberg erinnern, deren Längen-Ausdehnung so auffallend rechtwinklig gegen das so allgemein verbreitete, gleichförmige Streichen der Gneißschichten gerichtet ist. Es ist derselbe Fall, der sich nicht minder auffallend deutlich in der Richtung der merkwürdigen Porphyr, Syenit und Granitmasse von Zinnwald und Altenberg zeigt. Ja ganz in der Nähe des Harzes wiederholen ihn die Porphyre des Saalkreises, deren Längen-Ausdehnung, rechtwinklig auf dem Hauptstreichen des Flözgebirges, in diesem ganzen Districte liegt. Zwar sieht man deutlich, wie die Flözgebirgsschichten vor dieser Porphyrmasse umbiegen, statt von ihr abgeschnitten zu werden. Indeß sind ja auch auf ähnliche Weise die Schichten gleichen Alters durch das Hervortreten des Harzes zurückgedrängt worden. Vielleicht ist es endlich selbst auch nicht ohne Bedeutung, daß die Haupt-Porphyr-Verbreitung des Saalkreises und die Mittelpuncte der beyden Granitgruppen des Harzes durch eine Linie verbunden werden, deren Richtung mit jener des Hauptstreichens aller benachbarten Bergrücken genau parallel läuft.

chen. Die Art wie die Schiefer sich verändern, sobald sie in die Nähe des Granites kommen, und die Gestalt der Berührungsflächen beyder Gesteine selbst aber erheischt noch eine kurze Erläuterung *).

Ueber feinkörnige Grauwacke und später über einen unreinen, kurzklüftigen Thonschiefer aufsteigend, erreicht man schon in ansehnlicher Höhe auf dem linken Uferrande des Bode-Thales, wenig entfernt von den Graniten, ein Kalksteinlager von sehr geringer Mächtigkeit. Das Streichen dieser ganzen Gebirgsmasse ist ununterbrochen gleichförmig, zwischen h. 4—6 schwankend. Das Einfallen fortwährend 70—80° südlich. Und Niemand möchte wohl an das Auftreten primitiver Gebirgsmassen denken, wenn wir berücksichtigen, daſs in dem Kalksteine des Thonschiefers sich hier sehr häufig noch die Stielstücke in Kalkspath verwandelter Encriniten finden.

Jenseits des Kalksteinlagers nur wenig aufsteigend, verwandelt sich der Thonschiefer allmälig in das bekannte Gestein, das von den Harzer Geognosten zuerst Hornfels genannt ward. Eine dunkelschwarzgraue, im Queerbruch feinerdige, selbst etwas körnige Masse, ähnlich vielem Kieselschiefer und manchen Basalten, doch immer weicher als diese, und von kleinen durch die Loupe sehr oft sichtbaren Feldspathkörnchen durchdrungen, welche besonders bey beginnender Verwitterung hervortreten. Sehr oft hat sich noch in diesem Hornfels die deutlich verfolgbare Spur einer schiefrigen Absonderung erhalten. Wir

*) Diese Erläuterung ist im Wesentlichen aus einer Abhandlung über diesen Gegenstand genommen, welche der Herr Berghauptmann von Veltheim, bereits im Juli 1824, der naturforschenden Gesellschaft zu Halle vorlegte, und welche er mir handschriftlich mitzutheilen die Güte hatte. Ich selbst habe jene Gegenden erst später besucht, und ich fand dort nur wenig Gelegenheit den Wahrnehmungen dieses ausgezeichneten Beobachters etwas Neues hinzuzufügen.

finden ihn dann immer noch dem Streichen der eben verlassenen Schiefer parallellaufend, und, wie diese, mit steil südlichem Einfallen in die Tiefe setzen. Nichts desto weniger läſst es sich nun bald sehr deutlich erweisen, daſs der Granit in den tieferen Theilen des Ufergehänges hier senkrecht unter dem Hornfels bereits eingetreten ist. Er setzt schnell in fast senkrechter Richtung und mit wenigen Krümmungen seiner Oberfläche in die Höhe, und die bedeckende Hornfelsschaale verliert oben mehr und mehr an ihrer ursprünglichen Mächtigkeit.

Während der brausende Strom bereits unten seinen Weg durch die zackigen Felswände der nackt von ihm aufgerissenen Granitmassen bricht, gehn wir oben noch auf Abänderungen schiefriger Gesteine fort. Der Hornfels wird bald glimmerreich, und starke Ablosungen, welche dicht mit dunkeln Glimmerblättchen bekleidet sind, durchziehn ihn in der Streichungslinie der Schiefer. Feldspathmasse, theils dicht- und theils feinkörnig, von weiſser und fleischrother Farbe folgt in Streifen und Plättchen der Richtung dieser Absonderungsflächen, und der Quarz tritt theils auf ähnliche Weise eingestreut auf, theils bildet er selbst ganze Schichten und unregelmäſsige Platten von feinkörnigem oder dichtem und splittrigem Quarzfels. Wir würden keinen Anstand nehmen, alle diese Gesteine für Varietäten eines unzweifelhaften Gneiſs- oder Glimmerschiefergebirges zu erklären, träfen wir sie in andern Umgebungen, und sähen wir nicht selbst hier noch unversehrte Streifen des früher gefundenen Thonschiefers immer mit durchstreichen.

Bald indeſs sehn wir den ersten Granit an die Oberfläche des hohen Uferrandes treten. Es ist ein schmaler und scharf begränzter Kamm *), der im Strei-

*) Diese Stelle ist an dem Roſstrappenwege durch eine der schönen Aussicht wegen viel besuchte Bank bezeichnet.

chen der Thonschiefer h. 6 in den Berg setzt, an dem Fufspfade selbst kaum noch 15—20′ breit. Ein wenig Aufsteigen in's Gebüsch zeigt uns deutlich, wie dieser Granitkamm sich nach oben sehr bald keilförmig ausschärft, und wie er sich zwischen die fast senkrecht an ihm aufgerichteten Hornschiefer- und Quarzfelsplatten mit stets abnehmender Breite hineindrängt. Auf seinen Ablosungsflächen gegen diese Gesteine kommen zu beyden Seiten, halb mit dem Granit und halb mit dem Quarzfels und feldspathreichen Schiefern verwachsen, jene rein ausgeschiedenen Massen von grofsstengligem, schwarzem Schörl vor, deren Auffindung in alter Zeit hier gemachte bergmännische Versuche erleichtern. In der That eine sehr bedeutungsvolle Erscheinung, wenn wir berücksichtigen, was uns bereits durch Lasius und Leopold von Buch von dem Verhalten der Schörle im Harzgranite berichtet worden.

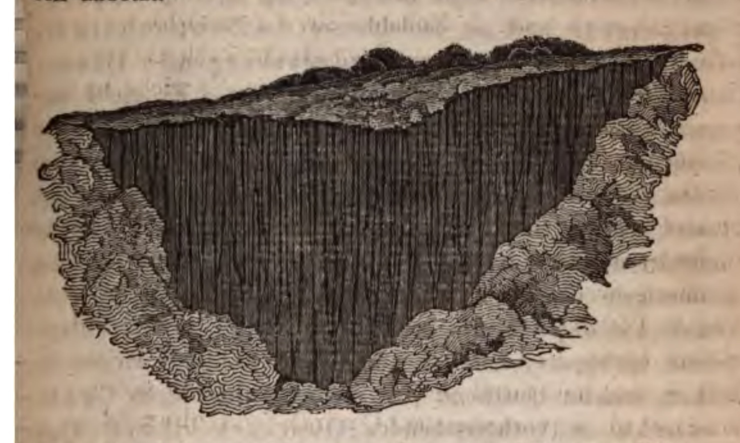
Jenseits dieses ersten Granitkammes führt uns der Weg, wieder schwach ansteigend, mehrere hundert Schritt weit durch das Gebiet jener gneifsartigen Hornschiefer- und Quarzgesteine, welche in wunderbar durch einander gerührten Windungen und Biegungen entblöfst werden. Doch bleibt auch hier noch die Richtung ihres Streichens stets sehr auffallend kenntlich westöstlich, und ihr Einfallen führt uns senkrecht in die Tiefe. Der Granit zieht stets unten durch, doch bald wieder erhebt er sich, und bildet einen neuen senkrecht aufstofsenden Keil, wohl um 200′ höher als den ersten, und mit zakkiger Schärfe in das Thal vorspringend. Hier fängt indefs bald die Erscheinung der Hornfelsplatten an nicht mehr deutlich übersehbar zu werden, und wenn wir, in alter Richtung fortschreitend, den folgenden Granitkamm aufsuchen, welches der Rofstrappefelsen selbst ist, so finden wir ihn oben durch einen grobkörnigen, an Titaneisenpuncten sehr reichen Grünstein bedeckt, welcher bereits vielfach beschrieben wor-

den. Hinter dem Rofstrappefelsen tritt indefs mehrmals noch Hornfels auf, und setzt senkrecht mit alter Streichungslinie, nach unten sich ausspitzend, noch fast 600' tief in's Thal hinunter.

Wir sehn mithin deutlich, dafs die äufsersten Gränzen des Granites und des Thonschiefers hier eine wunderbar scharf gezackt in einander greifende Gestalt haben. Es ist fast, als wolle der Thonschiefer stets in einzelnen breiten Streifen, seiner alten Streichungslinie folgend, noch durch die si[illegible] vorlegende Granitmasse hindurchsetzen, und wi[illegible]e[illegible]rch ein Zersplittern und Zusammenpressen seiner [illegible] doch immer wieder daran verhindert. Und sollte [illegible] sich nicht auch so denken können, dafs sich de[illegible]nit zwischen die Hauptablosungen der Schiefer[illegible]e ihrem Streichen nach eingedrängt habe, und dafs sich beträchtliche Splitter derselben, in ihn hineinragend, zusammengeprefst erhalten hätten, während sie durch die Einwirkung der feldspathreichen und zähflüssigen Masse des Granites in Hornfels verwandelt wurden? —

In der That aber gewinnen auch die hier dargelegten Ansichten noch ein erhöhtes Interesse, wenn wir berücksichtigen, dafs die Verhältnisse der Granitmassen zum Schiefergebirge auch in andern Theilen des Harzes, wo sie der Beobachtung offen standen, völlig den hier angegebenen gleichartig gefunden wurden. In der Spalte des Ocker-Thales vor Allem, wo sie die neu angelegte Strafse von Altenau zu den Ockerhütten aufschliefst, sind die bis hieher beobachteten Erscheinungen durchaus völlig dieselben. Hier sieht man häufig beträchtliche Hornschiefer- und Quarzfelsmassen, vom linken Ufer der Ocker auf das rechte queer durch den Granit mit unveränderter Streichungslinie und seigerem Fallen weit hinein fortsetzen. Und nur selten sind ihre Gränzlinien gegen die Granitmasse so scharf zu beobachten, dafs wir sie vollständig um-

schreiben könnten. Die beyliegende Skizze zeigt indeſs einen der kleineren dieser merkwürdigen Puncte, in welchem der *Hornfels*, in 2—3″ starke Platten gespalten, senkrecht auf den ihn rings umgebenden Granitmassen absetzt.



Diese Erscheinung sieht man neben dem Wege am *Ziegenrücken* vollkommen scharf an der hier ganz nackten Felswand entblöſst.

Herr *von Veltheim* hat zugleich in dieser Gegend noch die sehr lehrreiche Beobachtung gemacht, daſs zuweilen einzelne solche mächtigere *Hornfelsstreifen* in ihrem Innern noch völlig unversehrten *Grauwacken-Schiefer* enthalten. Der allmälige Uebergang zwischen beyden Gesteinen, vom *Granite* nach beyden Seiten abwärts, läſst sich auf's Vollkommenste nachweisen. Ein sehr schöner Punct dieser Art zeigte sich am *Kahberge* auf dem linken Ufer der *Ocker*. Und derselbe Beobachter glaubt selbst, es sey keinem Zweifel unterworfen, daſs man auch noch durch fortgesetzte Forschungen *innerhalb des Granitgebietes selbst* den vollkommnen *Uebergang* und Wechsel durch *gneuſsähnliche Schiefer*, durch *Hornfels* und *quarzreiche Gesteine* bis in die grobkörnige *Grau-*

wacke werde nachweisen können. Die deshalb besonders zu beachtenden Gegenden liegen namentlich auf der Nordseite des Brockens zwischen dem Ocker-Thale, der Ecker und Radau *), und nächstdem auf der südwestlichen Seite desselben, am Bruch- und Königsberge und am Südabhange des Sonnenberges, nahe dem Fahrwege von Andreasberg nach Clausthal, welcher über die Schluft führt. Es giebt namentlich auch eine Erscheinung im Hornfels, welche mir mehrfach an der Südseite des Rehberges und an den Klippen auf dem Sonnenberge vorgekommen ist, und welche wohl an so etwas erinnern könnte. Man findet nehmlich nicht selten dort in grobkörnigen Abänderungen der Hornfelsmasse, welche reich an weifsen Feldspath- (meist Albit-) Flecken ist, zahlreiche blafsgraue, fettglänzende Quarzknoten eingewikkelt, welche täuschend den in der grobkörnigen Grauwacke so vorherrschenden Quarzgeschieben ähnlich sehn. Ein wenig Einflufs der Verwitterung reicht hin, diese Gesteine im äufsern Ansehn der Grauwacke zum Verwechseln ähnlich zu machen. Und sollte man nicht hier auch unverdaute Quarzstücke im Hornfels am ersten erwarten können, wo die grobkörnigen Conglomerate des Oberharzes so nahe liegen, während diese Umwandlungen an der östlichen und nördlichen Seite des Brockens, so wie in den Umgebungen der östlichen Granitgruppe, nur wenig verunreinigte Thonschiefer trafen. Dort ist auch deshalb wohl der Hornfels stets feinkörnig, schwarz und basaltähnlich, wie man ihn unter andern sehr schön stundenlang im sogenannten langen Thale beobachtet, welches sich stets sehr nahe hinter den Graniten des Ramberges vom Alexis-Bade zur Ehrichsburg hinaufzieht.

*) Am Schwarzenberge, in den Trog-Thälern und am Wildenhause.

Das Vorkommen vereinzelter Hornfelsbrocken, welche mitten im Granitgebiete der Masse desselben innig eingewachsen erscheinen, darf uns nach diesen vorausgeschickten Bemerkungen nicht in Verwunderung setzen. Sie sind schon von Lasius und Trebra am Königskruge bey Oderbrück und am Sandwege in der Harzburger Forst bemerkt worden. Vielleicht sind einst alle die zahlreichen Schörldrusen, welche den Harzgranit überall nahe seinen Gränzen mit dem Schiefergebirge begleiten, solche vom ihm aufgenommene und in ihm verarbeitete Stücke desselben gewesen. Wenigstens habe ich am Königskruge, unmittelbar auf der Scheidung des Granites und des Hornfels, Gebirgs-Bruchstücke gefunden, welche mir eine solche Ansicht sehr wahrscheinlich machen. Eine Mittelgebirgsart zwischen Granit und Hornfels, doch mehr schon dem erstern gehörig, ist hier erfüllt mit zahlreichen weifsen, porphyrartig eingewachsenen Feldspathcrystallen. Jeder derselben aber hat sich um einen kleinen drusigen, doch sehr kenntlichen Schörlkern gebildet, während aufserdem Schörl, wie bekannt, durch die Grundmasse aller dieser Gränzgesteine nicht selten zerstreut liegt.

Bekannter zwar, doch nicht weniger merkwürdig für die Ansicht von dem Hervordringen des Granites aus der Schiefermasse sind noch jene beträchtlicheren Massen von wahrem Hornfels, welche auf den Gipfeln einiger der höheren Granitberge der Brockengruppe zerstreut liegen. Sie bilden bekanntlich unter andern den Gipfel des Wormberges 3028 Pariser Fufs, des höchsten nächst dem Brocken, und den der beyden Winterberge. An der schönen, steil abgerissenen Kuppe der Achtermannshöhe, deren in diesem Gebirge so ungewöhnliche Kegelform von allen Seiten die Aufmerksamkeit auf sich zieht, sieht man es deutlich, dafs diese Massen in der That nur lose auflie-

gende Schaalen, Theile der gesprengten Decke des Schiefergebirges, nicht aber die Ausgehenden in der Granitmasse selbst wurzelnder Lager sind, welche mit ihr gleichzeitig gebildet seyn könnten. Man sieht hier die Auflagerungsflächen beyder Gesteine sanft gegen S. geneigt, und kann die Trennung zwischen Granit und Hornfels hier um mehr als die Hälfte des Kegels verfolgen *).

Sollten indeſs auch wirklich, ungeachtet der hier angeführten Thatsachen, noch Zweifel bestehn, daſs sich die Granite des Harzes von unten her aus der Masse des Thonschiefers hervorgedrängt haben, und daſs sie sich dabey in einem erweichten, oder vollkommen flüssigen Zustande befanden, so denken wir, es sollten dieselben wohl völlig bey dem Anblicke der Erscheinungen verschwinden, welche die am Rehberger Graben, auf der Südseite des Brockens, entblöſsten Felswände darbieten. Das schöne Profil einer hier aus dem Thalgrunde der Oder herauftretenden Granitmasse, welche namentlich an der Rehberger Klippe von im Allgemeinen nahe wagerecht aufgelagertem Hornfels bedeckt wird, hat bereits die Aufmerksamkeit aller Gebirgsforscher beschäftigt, welche diese Gegenden betreten haben. Seit der lebendigen Schilderung indeſs, welche Lasius von dieser merkwürdigen Stelle entworfen hat, ist uns wohl kaum noch etwas Neues über dieselbe berichtet worden. Schon wer die Bemerkungen dieses ausgezeichneten Beobachters gelesen, wird es sehr wahrscheinlich finden, daſs hier von mehr noch, als von einer bloſsen Auflagerung der veränderten Schiefer auf die Granitmasse, die Rede sey. Denn Lasius spricht hier ganz unumwunden (I., p. 95.) von Granitrüm-

*) Vergl. das von mir entworfene Profil über den Harz in meinem geognostischen Uebersichts-Atlas, Tab. II. Nro. 1., und in Karsten's Archiv für Mineralogie, Geognosie u. s. w. Th. I. Heft 1.

mern, welche in den Trapp (oder Hornfels) hinaufsetzen, und von seltenen Stücken, die man hier finde, wo der Granit zwischen zwey Saalbändern von Trapp eingeschlossen wird. Wer indeſs die Anstrengung nicht scheut, hier über Stürze von zahllosen Blöcken an der fast senkrechten Granitwand bis zum Hornfels hinaufzuklettern, der wird seine Mühe sehr reichlich belohnt finden.

Wir sehn hier die Gränze beyder Gebirgsarten zuerst stellenweise so vollkommen scharf entblöſst, daſs wir die Hand darauf legen können. Bevor indeſs der Granit selbst den Hornfels berührt, erleidet er noch eine bemerkenswerthe Veränderung. In der Regel nur wenige Zolle bis einen Fuſs weit davon entfernt, wird die bis hieher vollkommen grobkörnige, lebhaft fleischrothe Masse desselben, in welcher sich nächst dem gemeinen Feldspath auch häufig Albitkörner in ihrer characteristischen Zwillingsverbindung finden, sehr schnell feinkörnig. Sie verliert dabey gewöhnlich ihre hellrothe Farbe, wird matt gelbgrau, Feldspath und Quarz treten inniger zusammen, und des Glimmers scheint viel weniger zu werden. Nicht selten auch noch treten in der bis hieher gleichförmig verwachsenen Masse bis zollgroſse Blasenräume auf, in welchen sich meist kleine milchweiſse Quarzdrusen und nette schwarze Schörlcrystalle finden. Und endlich noch vermischen sich auf der Scheidungslinie die körnigen Substanzen von Granitmasse und Hornfels so vollkommen, daſs wir keinen bessern Vergleich dafür wissen, als wenn wir sagen dürften, sie seyen innig mit einander verschmolzen, oder an einander gelöthet. Bald indeſs sehn wir auch noch, daſs diese merkwürdige Scheidung einen keinesweges gleichförmigen Verlauf hat. Sehr häufig hebt sich die Granitmasse in stumpf abgerundeter Kegelgestalt, nach oben allmälig zugeschärft, schnell in den Hornfels hinein, und sie sinkt auf der entgegengesetzten Seite dann

oft wieder tiefer, als sie diesseits in ihm aufgestiegen war.



Sehr oft noch ferner, wo auffallende Zerklüftungen in der Hornfelsmasse statt finden, drängt sich die feinkörnige Granitmasse, immer noch kenntlich scharf abgesondert, in deren Räume ein, und sie verzweigt und verästelt sich mannigfach, nach dem Verlauf dieser Klüfte, hoch in den Felsen hinauf. Zuletzt oft in ein feines Geäder auslaufend, in welchem die Granitplättchen kaum mehr noch als die Stärke des feinsten Papierstreifens besitzen.



Es ist schwer diese wichtige Erscheinung dort auf einmal stets in mehr als nur sehr geringer Ausdehnung wahrzunehmen, und den Zusammenhang der einzelnen Granitadern unter einander weithin genau zu verfolgen. Denn da man sich stets nur mit Mühe an den Felswänden selbst aufrecht erhalten kann, ist das Gesichtsfeld nach oben und nach den Seiten hin so sehr

beschränkt, dafs es unmöglich wird, umfassendere Wahrnehmungen anzustellen. Nichts desto weniger habe ich mir die Freude nicht versagen können, hier einige Abbildungen von an Ort und Stelle skizzirten, besonders deutlichen Erscheinungen dieser Art beizufügen. Sie bedürfen wohl keiner eigenen Erläuterung.

Wem, der diese merkwürdigen Verhältnisse gesehn und erwogen hat, sollte sich nicht auch sogleich die Erinnerung an alle die zahlreichen, völlig gleichartigen Thatsachen aufdrängen, von welchen uns bewährte Beobachter fast aus allen Gegenden der Erde, über die Berührungsverhältnisse des Granites und des Schiefergebirges, in unsern Tagen so häufig und so völlig übereinstimmend berichtet haben. Sind nicht die nun classisch gewordene Felsen vom Glen Tilt in Schottland, auf deren Erscheinungen der Dr. Hutton den wichtigsten Theil seiner sinnreich entwickelten Theorie gründete, in der That nur ein wenig modificirtes Abbild von diesen in kleinerem Maafsstabe wiederholten Verhältnissen des Harzgranites?*) Man kann unter den Felsblöcken am Abhange der Rehberger Klippe sehr leicht eine Reihenfolge von Gangstücken des Granites in der Hornfelsmasse ausschlagen, welche vollkommen alle die kleinen interessanten Eigenthümlichkeiten darstellen, die in den musterhaften Abbildungen, welche Mac Culloch uns von Handstücken der Granitgänge Schottlands gegeben **), zur Ansicht vorliegen. Ich habe deren viele gefunden, welche der Abbildung nicht mehr bedürfen, da sie in der That nur als Copien von Mac Culloch's schönen Zeichnungen erscheinen könnten †). Und es wird auch eben so nicht erst mehr

*) S. *Geological Transact. Vol. III. p.* 259—337.

**) Vergl. *Geological Transact. Vol. III. Plate* 14. 15. 16. 17. 18. und 19.

†) Eine zahlreiche Sammlung von Stücken dieser Art befindet sich gegenwärtig auf dem Königlichen Mineralien-Cabinet zu Ber-

nöthig seyn, das schon so häufig Gesagte hier noch von ...em zu wiederholen, um zu beweisen, wie diese Verhält... einzig entstanden seyn können.

...r treffliche Lasius zwar glaubte bekanntlich noch ...m so wohl bemerkten Veränderungen, welche ...it in der Nähe des Hornfels erleidet, durch ...e Zerstörung und Regeneration desselben er... können. Wäre es ihm indeſs vergönnt gewe... ...e Erscheinung stets wiederkehrend unter man... ...n an den Küsten-Profilen ..., im ... Norwegen, in Schott... u. s. w. zu beob...en, und hätte er sie mit den ganz ähnlichen Veränd...gen im Korn ihrer Masse vergleichen können, welche heute noch die in Spalten der Gebirge, oder an der Oberfläche erkalteten Laven unserer thätigen Vulcane zeigen, er würde sicher eine andere Erklärung gewählt haben. Auch ist in der That diese Ansicht nach ihm unter den Beobachtern des Harzes, so weit wir wissen, nur von Hausmann wiederholt worden.

Noch müssen wir endlich bemerken, daſs unter allen Gegenden, aus welchen uns Nachrichten über das Verhältniſs des Granites zum Schiefergebirge vorliegen, keine mehr schlagende und in's Einzelne gehende Aehnlichkeiten mit den eben beschriebenen Puncten zu besitzen scheint, als die Südwestspitze von England, die Küste von Cornwall, so wie sie uns erst neuerlichst durch die sehr schätzbare Darstellung der Herren von Oeynhausen und von Dechen bekannt geworden*). Der schon so häufig geschilderte Killas jener Gegenden

lin. Einige derselben sind wirklich den von Mac Culloch abgebildeten Gangstücken täuschend ähnlich.

*) Vergl. Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenkunde, Th. 17. p. 3—29. Tab. I. und II. und *Philosophical Magazine or Annals Vol. V. p.* 161. *sq.* und 241. *sq. Plate II.*

den ist da, wo er sich an den Graniten zeigt, vielen Abänderungen des Hornfels am Harze bis zur Ununterscheidbarkeit ähnlich. Davon haben mich sehr vollkommen die Vergleichungen der Bruchstück überzeugte welche diese ausgezeichneten Beobachter von Rosemodris, Cape Cornwall u. s. w. hieher gebracht haben. Sie gleichen denen von der Rehberger Klippe so vollkommen, wie Stücke, die man von demselben Felsen geschlagen.

Und ist es nicht auch hier, so wie dort, grofsentheils eine Versammlung derselben Mineral-Gattungen, welche beyderlei Gränzgesteine auszeichnet? Dieselben Schörle, Granaten, Chlorit, Hornblende und Strahlstein, Pistazite und selbst Flufsspath, ja zum Theil auch dieselben metallischen Fossilien, wie namentlich Magnetkies, Schwefelkies, Kupferkies und Arsenikkies, dieselben, welche immer wieder in ähnlichen Verhältnissen, in Schottland, in Norwegen, an den Pyrenäen und an den Rändern des Central-Plateau's von Frankreich, auftreten. Während freilich die Erzeugung von andern, wie Zinnstein, Uranglimmer, Wolfram, Apatit, Vesuvian u. s. w., nur dem Zusammentreffen besonderer Umstände ihren Ursprung zu verdanken scheint. Gewifs ist es endlich noch bemerkenswerth, dafs sich im Hornfels der Rehberger Klippe zuweilen auf kleinen Gangklüften ein schneeweifses, blättriges Fossil einstellt, welches nach dem Urtheile von Herrn G. Rose mit höchster Wahrscheinlichkeit für dem Stilbit angehörig betrachtet werden darf.

Doch es sind nächst den Granitmassen des Harzes noch die Trappgesteine desselben, deren Verhältnisse zum Schiefergebirge hier eine genauere Betrachtung verdienen. Rein crystallinische Diorit-Massen, ein mehr oder weniger inniges Gemenge von kleinkörniger Hornblende und Feldspath, in der nächsten

Verwandtschaft mit zahlreichen Aphaniten und mehr oder minder deutlich ausgebildeten Blattersteinen sind bekanntlich fast in allen Theilen dieses Schiefergebirges eine sehr gewöhnliche, zahlreich wiederholte Erscheinung. Und wenn diese Massen gleich niemals in so ausgedehnter, zusammenhängender Verbreitung als die Granite vorkommen, so drängen sie sich doch in einigen Gegenden des Harzes, wie namentlich zwischen Leerbach und Altenau, in den Umgebungen von Zorge und im östlichen Vorharze, zwischen den Thälern der Selke und Eine, in so ausnehmender Häufigkeit zusammen, dafs sie dort zuweilen den Massen der Grauwacke und des Thonschiefers, ihrem Antheil an der Zusammensetzung der Oberfläche nach, völlig gleichkommen mögen.

Leopold von Buch hat gelegentlich die Bemerkung vorgetragen *), dafs die Entstehung dieser ausgezeichneten Gesteine sehr leicht wohl in irgend einem Verhältnisse der Abhängigkeit zu der Bildung der herrschenden Glieder des Schiefergebirges stehn möge. In der That mag man auch sehr leicht dieser Ansicht geneigt werden, wenn wir berücksichtigen, dafs sich häufig die Grünsteine und ihre verwandten Gebirgsarten mit in der Reihe jener merkwürdigen Classe von Gränzgesteinen befinden, welche den Graniten des Harzes in Vereinigung mit Hornfels, Quarzfels und Kieselschiefer gleich einer Schaale zur Einfassung dienen; und deren Erzeugung nach den eben angeführten Thatsachen durch eine Einwirkung des Granites auf das Schiefergebirge ganz aufser Zweifel steht. Eben so sehr sprechen ferner für solch eine Verbindung das stete Zusammenvorkommen des Schiefergebirges mit diesen Trappgesteinen in allen bis hieher genauer bekannt gewordenen Gegenden der Erde unter gleichen Verhältnissen.

*) Leonhardt's Taschenbuch, 1824. p. 500.

So sehn wir namentlich im rheinischen Schiefergebirge sich die Grünsteinmassen mit ihren verwandten Gesteinen, zwischen Grauwacke und Thonschieferschichten, eben so reich wie am Harze entwickeln. Und doch fehlen hier die Granite und fast alle crystallinischen Gebirgsarten, deren Masse sich durch Vorwalten der Feldspathsubstanz auszeichnet. Eben so auch ist es der Fall in der südöstlichen, dem Schiefergebirge gehörigen Hälfte des Thüringer Waldes, eben so und mehr noch in der Hochfläche des Voigtlandes u. s. w. Wer ferner die zahlreichen Abänderungen des Thonschiefers und Kalksteines im Uebergangsgebirge gesehn hat, welche sich durch die Beschaffenheit ihrer Grundmasse, durch die Art der Zerklüftung, durch Aufnehmen von Blasenräumen u. s. w. so innig an die wackenartige Grundmasse vieler Blattersteine anschliefsen, wie sich diefs am Harze namentlich so schön in den Umgebungen der grofsen Kalksteinmasse von Elbingerode, bey Hüttenrode, Mandelholz, und auf der andern Seite eben so bey Lerbach u. s. w. beobachten läfst, dem wird eine solche Verbindung in den Bildungsverhältnissen der Trappgebirgsarten und des Schiefergebirges keineswegs befremdend erscheinen.

Nichts desto weniger würden uns indefs doch sicher diese Analogien zu weit führen, wollten wir daraus auf eine gleichartige und völlig gleichzeitige Entstehung des Schiefergebirges und seiner Trappgebirgsarten durch einen gemeinsamen Niederschlag in der Bildungsperiode des Uebergangsgebirges schliefsen. Die Analogien, welche die hier in Untersuchung stehenden Gebirgsarten mit den Trappgesteinen aller späteren Perioden, mit den schwarzen Porphyren, Basalten, Doleriten u. s. w., zeigen, sind zu grofs und zu sehr in die Augen springend, als dafs wir diese Gesteine des Uebergangsgebirges für gleichartiger Natur mit den

geschichteten Gebirgsarten derselben Periode anzusehn geneigt seyn könnten. In der That wird sich auch wohl niemals die Feldspathsubstanz in Gebirgsarten eingefunden haben, bey deren Erzeugung das Einwirken vulcanischer Kräfte sich als ganz ausgeschlossen nachweisen liefse. Noch viel weniger aber wohl Granat, Prehnit, Datolith, Axinit, Asbest, Strahlstein, Pistazit, Bitterspath u. s. w., alles Fossilien, welche in den Harzer Grünsteinen bekanntlich keine Seltenheit sind. Und doch scheinen die Berichte aller bis hieher genannten Beobachter des Harzes uns dieser Ansicht entgegenzuführen. Wir finden einstimmig bey Lasius, Freiesleben, Hausmann und Anderen die Grünsteine, Blattersteine u. s. w. am Harze als untergeordnete Lager in Thonschiefer und Grauwacke angeführt. Und erst ganz neuerlich noch hat Herr Zinken (der östliche Harz, p. 48.) geglaubt, zwey wesentlich verschiedene Grünsteine unterscheiden zu dürfen, deren einer stets deutlich dem Schiefergebirge eingelagert, der andere ihm kuppenförmig aufgesetzt seyn sollte, und welche er daher mit der Benennung Lager- und Kuppengrünstein unterscheidet. Wir dürfen indefs sicher voraussetzen, dafs nur die Schwierigkeit, deutlich aufgeschlossene Durchschnitte zu finden, solche Ansichten von der Einfügung dieser Gesteine in das Schiefergebirge hervorgerufen hat.

Eine fleifsige und vorurtheilsfreie Nachforschung, welche wir Herrn Carl Friedrich Böbert verdanken*), hat es bereits unseres Erachtens an vielen der Grünsteine des östlichen Harzes aufser Zweifel gesetzt, dafs sie, den Graniten gleich, die Schichten des Thonschiefers gangartig zerschneiden, sie verwerfen und an ihren Gränzen verändern, und wir sehn selbst hier die Verbindungen von sogenanntem Kuppen- und Lager-

*) S. Karsten's Archiv für Bergbau und Hüttenwesen, 1827. XV. p. 352—381.

grünstein durch diese schätzbaren Beobachtungen in einer Weise nachgewiesen, welche uns die früher davon vorgetragenen Ansichten als in hohem Grade unstatthaft erkennen läfst. Es würde uns zu weit führen, wollten wir hier in ein weiteres Detail der beobachteten Thatsachen eingehn, doch dürfen wir wohl daran die Vermuthung knüpfen, dafs sich bey ferneren Untersuchungen auch von den anderen Trappgebirgsmassen des Harzes übereinstimmende Verhältnisse werden nachweisen lassen.

In der That ist auch schon der so merkwürdige Eisenreichthum, welcher diese Gesteine hier wie in andern Gebirgen auszeichnet, und welcher gradezu ihrer Masse selbst angehört *), ein wichtiger Fingerzeig, dafs sie alle denselben Ursachen ihre Entstehung verdanken. Noch möchte ich hier endlich zugleich eine sehr deutlich entblöfste Stelle anführen, an welcher sich der Grünstein des Harzes an dem Thonschiefer ganz unter ähnlichen Verhältnissen nachweisen läfst, wie die von Herrn Böbert beobachteten. Es ist diefs am Burgberge bey Treseburg. — Dort bildet ein mächtiger, wohl 600′ über der Thalsohle aufsteigender Grünsteinkegel den Eckpfeiler des Bode-Thales, um welchen es sich scharf unter mehr als rechtem Winkel windet, um in die Rofstrappenkluft zu stürzen. Der Thonschiefer am Wege, der von der Blechhütte hieher führt, streicht oben dicht daneben ununterbrochen h. 4 bis 6, und fällt, wie fast allgemein, sehr steil südlich. Unten an der westlichen Wand dieses Berges sieht man durch eine Entblöfsung den Grünstein zuerst senkrecht am Thonschiefer in die Höhe steigen. Der Thonschiefer ist hier dick und verworren geschichtet, sicht-

*) Herr Zinken giebt selbst zu, dafs viele Grünsteine des Harzes, ihrer ganzen Masse nach, wahre Eisenerze seyen, indem einige derselben einen Eisengehalt von wenigstens 12 — 15 Procent constant beygemengt enthalten.

bar erhärtet und dem Hornfels ähnlich. Bald aber legt sich höher hinauf der Grünstein an dieser Scheidung breit über den Thonschiefer hin, und wir sehn seine Schichten verworren, geknickt und zusammengepreſst erst in einiger Entfernung von dem Grünsteine ihre regelmäſsige Beschaffenheit wieder annehmen. Endlich noch weiter oben wird die Scheidung dann bald wieder senkrecht, und man gelangt, an ihr unmittelbar in die Höhe steigend, auf dem so unregelmäſsig zur Seite gedrückten Thonschiefer, hinter dem Grünsteinkegel herum, wieder auf die Höhe des Uferrandes. Der Grünstein aber setzt über das Thal, und scheidet sich jenseits wieder senkrecht. Beyliegende Skizze zeigt uns ein ungefähres Profil der eben beschriebenen Verhältnisse.



Es möge mir am Schlusse dieser Darstellung der wesentlichsten Verhältnisse des alten Gebirges im nordwestlichen Deutschland zunächst noch erlaubt seyn, einige neuere Beobachtungen aus den benachbarten Gebirgen hinzuzufügen, welche den hier angeführten Thatsachen, theils zur Erläuterung, theils zur Bestätigung dienen.

Bekanntlich sind die ersten Nachweisungen, daſs es eine Granitmasse jüngerer Entstehung in deutschen Gebirgen gebe, uns fast gleichzeitig mit den merkwür-

digen Beobachtungen von Leopold von Buch und von Hausmann im südlichen Norwegen, durch die Untersuchungen von von Raumer und von Engelhardt am nordöstlichen Abhange des Erzgebirges bekannt geworden (Geognostische Fragmente, 1811). Diese wohl unterrichteten Beobachter betrachteten die ganze Granit- und Sienitmasse, welche sich schon aus der Gegend von Berggieshübel, häufig bedeckt durch jüngere Gebirgsarten, über Wilsdruff bis Lommatsch verfolgen läfst, als dem Thonschiefer, welcher unmittelbar dem erzgebirgischen Gneifs folgt, regelmäfsig aufgelagert. Ueber die Art, wie sie sich diese Auflagerung vorstellten, haben sie sich mit hinlänglicher Deutlichkeit im Sinne der damals herrschenden rein neptunischen Ansicht von der gleichförmigen Aufeinanderfolge unmittelbar nach einander präcipitirter Gebirgsarten erklärt. Und sie haben es selbst so beschrieben, als sähe man die Granitmassen sich deutlich auf das sanft geneigte Schiefergebirge legen.

In der That ist auch wohl eine erste vorläufige Anschauung dieser Gegenden der Befestigung solcher Ansichten sehr günstig, denn die Schieferschichten streichen oft bis sehr nahe an die Granite und Sienite, ununterbrochen der Hauptrichtung der Gränze gemäfs, von SO. nach NW., und fallen ihnen stets gleichförmig zu, unter oft nur sehr mäfsiger Neigung. So sieht man es namentlich sehr deutlich an dem weit aufgeschlossenen Durchschnitte des Triebsche-Thales oberhalb Meifsen, wo die ersten Schichten des Schiefergebirges an dem linken Ufer des Thales, ganz nahe vor Miltitz, erscheinen. Es ist hier ein glänzender Thonschiefer, welcher häufig an Glimmerschiefer und Hornblendschiefer erinnert, und in welchem nahe an der Gränze ein bis 20' mächtiges Lager von schön lichtgrauem, grobkörnigem Marmor aufsetzt. Diese Schiefer streichen hier durchgängig h. 9 und ihr Fallen ist *im Mittel* 25° NO. Wenige hundert Schritte

davon entfernt sieht man gegen N., im Bette der Triebsche selbst, die letzten Sienitfelsen ausragen. Eine unmittelbare Berührung aber ist hier zwischen beyden Gebirgsarten nicht sichtbar. Was indeſs dieser Thalgrund versagt, das zeigt sich am südöstlichen Ende dieser Gegenden, im Thale der Müglitz, oberhalb Dohna, mit erwünschtester Deutlichkeit.

Schon wenn man aus den tief eingeschnittenen Schluchten, zwischen den Grünsteinfelsen des Seidewitzer Grundes über Burkerswalde auf dem Wege nach Maxen in's Müglitz-Thal herabsteigt, ist es als könne man die Nähe der Granite in der Tiefe, sehr lange vor ihrem Erscheinen an der Oberfläche, schon der Beschaffenheit der umgebenden Schiefer ansehn. Sie sind glimmerreich, groberdig im Bruch, sehr dickplattig, von graubrauner Farbe, und sie gleichen so ganz vielen Abänderungen des harzischen Hornfels, besonders in der Nähe der Roſstrappe, daſs wir uns unwillkührlich dorthin versetzt wähnen dürfen. Dabey streichen sie sehr gleichförmig h. 8 — 9, und fallen 40 — 50° NO. Im Thale hinunter setzen oft zwischen ihnen unversehrte Streifen von glatten, dünnblättrigen, schwarzen Thonschiefern durch, und so hält sich dieser Wechsel bis sehr nahe oberhalb Weesenstein. Dort sieht man dann am rechten Gehänge aus der Sohle des Thales eine Parthie von sehr gneiſsähnlichem Granite aus den Schiefern hervortreten. Es findet anfangs zwischen beyden Gesteinen eine sehr innige Art von Verbindung statt. Die Schieferblätter scheinen sich sichtbar in Lagen schwarzen Glimmers aufzulösen, und zwischen sie treten dann weiſse Feldspathknoten, hin und wieder einzelne Quarzkörner, und so bildet sich allmälig ein wahrhaft flasriges Gefüge aus, das zuletzt in ein rein granitisch körniges übergeht. Doch bald in dem schönen Felsenvorsprunge, auf welchem Schloſs Weesenstein liegt, kehren die früher beobachteten Hornschiefer wieder. Man sieht hier selbst ein grünsteinähn-

liches Gemenge eintreten, in welchem schwarzer Glimmer die Stelle der Hornblende vertritt, und es folgt bey dem Schlosse selbst, ein matt schimmernder, grauer glimmerreicher Schiefer, der auffallend an Glimmerschiefer erinnert. Sein Streichen fortwährend h. 8, 4, und sein Fallen etwa 40° NO. Unterhalb erscheinen von Neuem die Hornfelsschiefer, nicht selten mit Quarzstreifen wechselnd, in dicken, sehr steil geneigten Platten, und endlich, nahe neben der sogenannten Kottwitz-Mühle, tritt der von nun an stets herrschende Granit ein. Er ist hier sehr frisch und sehr vollkommen körnig. Steigt man aber, suchend nach seiner Gränze am westlichen Gehänge, aufwärts, so sieht man sehr deutlich, dafs er hier den Schiefern nichts weniger als aufgelagert sey. Man sieht ihn aus der Sohle des Thales treten, und in einer bogenförmig gekrümmten Linie schneidet er die hier seigerstehenden dicken Hornfelstafeln, schräg aufwärts steigend, in der Tiefe sehr deutlich ab. Dann aber steigt er senkrecht an ihnen in die Höhe, und ich will nicht in Abrede stellen, dafs er sich oben in der Schlucht, die nach Falkenhayn führt, wieder zurück über sie hinbiegen möge, wie es von Raumer und Engelhardt beschrieben haben. Beyliegende Skizze zeigt das unten beobachtete Verhältnifs.



An dem gegenüberliegenden Ufergehänge verhindert Bedeckung die Berührungslinie beyder Gebirgsarten genau wahrzunehmen. Es ist hier ein ebner, dünnblättriger Glimmerschiefer, h. 8 streichend mit Seigerfall, welchen man anstehn sieht, und man kann durch Beobachtung der nächst ausragenden Gesteine nur so viel mit Sicherheit schliefsen, dafs hier die Granitgränze sehr nahe in senkrechter Richtung in die Tiefe setzt.

Vergebens suchte ich an dieser Stelle nach Granitgängen, welche in die benachbarten Schieferschichten eingedrungen wären, doch ich bin überzeugt, man wird sie schon finden, wenn die Aufmerksamkeit der Beobachter in jenen Gegenden sich diesen merkwürdigen Erscheinungen wieder aufs Neue wird zugewendet haben. Sind doch überdiefs auch im Gebiete des Erzgebirges wahre Granitgänge, welche den Gneifs- und den Glimmerschiefer durchschneiden, und zuweilen deutlich mit benachbarten gröfseren Granitmassen zusammenhängen, in der That keine Seltenheit. So namentlich die Granitgänge vom Fastenberge zu Johann Georgenstadt, welche schon Freiesleben beschrieben *), die von Eybenstock, von Aue bey Schneeberg **), die sehr schönen Gänge von Siebenlehn und die über Alles ausgezeichneten Erscheinungen dieser Art, welche sich an den Felswänden des Zschopau-Thales oberhalb Waldheim zeigen. Was Freiesleben dort so auffallend deutlich an einer Gneifskuppe bey Ehrenberg wahrgenommen ***), das fand ich bey einem erneuerten Besuche dieser Gegend an zahlreichen Puncten bestätigt.

Aus dem vollkommen gneifsähnlich gebildeten Ge-

*) S. von Moll's Jahrbücher der Berg- und Hüttenkunde, Bd. IV. Liefer. II. (1800.) p. 45. sq.

**) S. Martini, in Leonhardt's Taschenbuch, 1825. II. p. 335.

***) l. c. p. 81.

steine, welches hier mit der umgebenden Weifssteinmasse innig verbunden erscheint, sah ich tief unten am rechten Ufer der Zschopau, und von ihren höheren Wasserfluthen selbst abgeschliffen, mit vielen kleineren Granitgängen eine mehr als 3′ starke Granitmasse ausragen, und senkrecht durch die Flasern des Gneifs setzen. Es war ein feinkörniger, quarzarmer Granit von sehr fester Beschaffenheit, nur an einzelnen Stellen etwas grobkörniger werdend, und dann Nester von schwarzem Schörl führend. Ganz besonders merkwürdig aber erschienen mir zahlreiche stumpfeckige Gneifsbrocken, bis faustgrofs und darüber, und ganz von der Beschaffenheit der daneben anstehenden Gneifsmasse, welche dem Granite dieses Ganges fest eingeknetet waren, und gleichsam darin schwebend, jedes Stück mit irgend einer andern beliebigen Richtung seiner Flasern, wild durch einander lagen, wie sie eben in der zähflüssigen, aufsteigenden Masse bey ihrer Erhärtung zur Ruhe kamen. Eben so sind so häufig ja die Bruchstücke geschichteter Flözgebirgsmassen, von Basaltgängen umschlossen und getragen, und Niemand mehr bezweifelt, wie diese Erscheinung zu erklären sey.

Sehr schön entblöfst ist ein ähnliches Profil von Granitgängen, etwas weiter oberhalb auf dem gegenüberliegenden Ufer der Zschopau, an der steil abgeschnittenen Felswand des Schlofsberges von Kriebenstein. Ein Hauptgang von ebenfalls kleinkörnigem Granit, welcher nicht selten kleine blutrothe Granaten führt, setzt hier schräg durch die Gneifsschichten, und mit nach oben etwas zunehmender Mächtigkeit, reichlich 50′ weit in die Höhe. Er macht zahlreiche, oft sehr scharfeckige Wendungen, und in zahlreiche Klüfte drängen sich von ihm aus kleine Nebengänge, welche die mannigfachsten Verbindungen und selbst netzartige Verzweigungen bilden. Ich lege hier ein Bild dieser Art bey, wie es sich in der Felswand, unmittelbar neben der Krie-

bensteiner Mühle an der Brücke über die Zschopau beobachten läſst.



Es ist schwer an der abgebildeten Stelle nachzuweisen, ob nicht die so mannigfach zerschnittenen Gneiſsschichten durch die Granitgänge in ihren ursprünglichen Niveau-Verhältnissen gestört und verändert worden. Die Beschaffenheit des durchsetzten Gesteines ist auf beyden Seiten derselben zu gleichartig. Kleine Biegungen der Gneiſsflasern, die hier häufig vorkommen, beweisen freilich nur wenig. Indeſs hat es mir doch geschienen, als könne man durch Verfolgung sehr kleiner Details nachweisen, daſs die Schichten im Hangenden vieler von diesen Gängen in die Höhe gezogen worden, oder im Liegenden gesunken sind.

Noch eine Erscheinung endlich ist es, die im Erzgebirge insbesondere unsere Aufmerksamkeit zu fesseln sehr würdig scheint, und von welcher wir daher hier noch in Kurzem berichten wollen. Die in den Umgebungen der Granite des Harzes und eben so wieder im Müglitz-Thale nachgewiesenen Umänderungen, wel-

che die benachbarten **Schiefer** erleiden, haben unstreitig in die Erinnerung der Leser jene merkwürdigen Ansichten zurückgerufen, welche so viele Geognosten unserer Tage von der Bildungsweise des **Gneiſs** und der ihm zunächst so verwandten sogenannten **Urschiefer** theilen. Herr **Boué** hat, so weit mir bekannt geworden, diese Ansichten zuerst in einer lebendigen und umfassenden Darstellung entwickelt *), und viele Andere sind ihm darin nachgefolgt **).

In der That scheint es auch noch eins der wichtigsten theoretischen Probleme zu seyn, welches die geognostischen Forschungen unserer Zeit hervorgerufen haben, auf befriedigende Weise die Entstehungsverhältnisse jener merkwürdigen Gruppe von Gebirgsarten zu erklären, welche mit dem **Schiefergebirge** die Schichtung, das Hauptzeichen ihrer neptunischen Abstammung, mit dem **Granite** und den massigen Gebirgsarten dagegen ihre characteristischen Bestandtheile, sonst nur ein Erzeugniſs vulcanischer Wirkungen, gemein haben, und welche sich auch durch ihre Lagerungsverhältnisse eben so sehr an die Gebirgsarten beyder wesentlich verschiedener Gruppen anschlieſsen. Sollten diese Gesteine, wie es doch auch wirklich sehr wahrscheinlich ist, in der That nur durch vulcanische Kräfte bearbeitete und umgewandelte **Schiefergebirgsmassen** seyn, so würden freilich Thatsachen, wie die oben erwähnten, dieser Ansicht zur Befestigung dienen. Wir dürfen uns indeſs doch nicht verhehlen, daſs, wenn wir es auch sehr begreiflich finden, wie sich **Thonschiefer, Grauwackenschiefer** u. s. w. in der unmittelbaren Nähe des **Granites** in Gesteine verwandeln

*) Vergl. *Annal. des scienc. nat. Tom II. p.* 417. *sq.* (1824.) und **Leonhardt's** Taschenbuch, XXI. 2. Abth. p. 5. sq.

**) Vergl. unter Andern *Mac Culloch*, im *Journal of Arts and sciences. Vol. XVIII. p.* 60. *sq.* (1825.). Ferner *Scrope Considerations on Volcanos* (1825.), *p.* 226. *sq. etc.*

können, welche dem Gneiſs- und dem Glimmerschiefer sehr ähnlich sind, es dennoch etwas sehr, auch der lebhaftesten Einbildungskraft, Widerstrebendes behalte, auch die ungeheuer mächtigen und über Tausende von Quadratmeilen verbreiteten Gneiſsgebirge, Glimmerschiefer, Talkschiefermassen u. s. w., in welchen die Granite oft nur sehr vereinzelt hervortreten, für Producte eines ähnlichen Processes zu halten.

Zwar hat Herr Boué im Fortschreiten seiner scharfsinnigen Entwickelungen kein Bedenken getragen, auch Gneiſsmassen, wie jene des Erzgebirges, mit in der Zahl der Gebirgsarten zu nennen, deren Umwandlung durch die groſsartige Wirkung derselben Kräfte, welche die gneiſsartigen Schiefer an den Gränzen der Granite erzeugten, füglich gedacht werden könne *). Indeſs müssen wir dennoch bemerken, daſs bis hieher von keiner Thatsache in diesem Gebirge berichtet worden, welche irgend etwas dieser Ansicht Entsprechendes in ihm voraussetzen lieſse. Sollten nun dergleichen Thatsachen auch deshalb wirklich nicht beobachtbar seyn? Fast möchten wir schlieſsen, daſs in demselben Lande, in welchem doch so deutlich aufgeschlossene Erscheinungen für die vulcanische Ensstehung des Granites, der Porphyre und der Basalte sprechen, auch Verhältnisse vorkommen werden, welche der neu gebildeten Ansicht von der Entstehung des Gneiſses, des Glimmerschiefers u. s. w. zu Stützpuncten dienen. Ja fast möchte ich selbst glauben, etwas der Art dort gesehen zu haben.

Schon durch die Angaben, welche sich in allen Wernerischen Lehrbüchern der Geognosie finden, ist das Vorkommen einer von allen Beobachtern wiedererkannten deutlichen Grauwacke zu Bräunsdorf, eine Meile nordwestlich von Freyberg, bekannt, und doch

*) S. l. c. p. 423.

wissen wir schon aus Charpentiers Beschreibung *), so wie aus den Verhältnissen des dortigen Grubenbaues, dafs sich die Freyberger Gneifsmasse ununterbrochen hieher erstreckt. Durch Herrn Schippans sehr ausführliche Charte dieser Gegend **) sind wir indefs mit einem sehr seltsamen Wechsel von Gesteinen bekannt geworden, welche sich hier in durchaus gleichartigen Verhältnissen der Lagerung an den Gränzen dieser Gneifsmasse mit dem jüngeren Schiefergebirge einstellen. Gneifs, der mit Glimmerschiefer wechselt, Thonschiefer, Grünstein, Wetzschiefer, Grauwacke und dann wieder Glimmerschiefer zeigen sich in der von dem Verfasser beygelegten Profilzeichnung unmittelbar über einander gelagert. Und spätere Beobachtungen lehrten mich, dafs, abgesehn von den sehr detaillirten Unterscheidungen der einzelnen Gesteins-Varietäten, dieses merkwürdige Verhalten sich seinen Grundzügen nach völlig bestätigt findet.

Wählen wir nehmlich den Weg, der von der Erzwäsche bey Bräunsdorf nach dem untern Ende von Riechberg führt, um hier den Durchschnitt der Schichten am linken Ufergehänge der Strigis aufzusuchen, so steigen wir zunächst über ausgezeichneten Glimmerschiefer, welcher hin und wieder erbsgrofse, deutlich auscrystallisirte Granaten von braunrother Farbe führt. In ihm liegen mehrfach ausgezeichnete Streifen von feldspathreichem, dünnflasrigem Gneifs, bis endlich nach oben wieder der Glimmerschiefer vorwaltet. Auf diesen legt sich bald unmittelbar eine sehr ausgezeichnete bräunliche Grauwacke. Sie ist herrschend fein und kleinkörnig, deutlich geschichtet, führt indefs sehr häufig grob conglomeratische Streifen, aus nufsgrofsen Geschie-

*) S. mineralogische Geographie der chursächsischen Lande, 1778. p. 85.

**) Geognostisch-bergmännische Charte der Umgegend von Bräunsdorf, Riechberg u. s. w. Freyberg, 1825.

ben von Quarz und Kieselschiefer zusammengesetzt; auch hat man, wenn gleich als grofse Seltenheit, Stücke von deutlichen Corallengeweben in ihr gefunden, welche gegenwärtig im academischen Museum zu Freyberg aufbewahrt werden.

Auf diese Grauwacke folgen im Hangenden zunächst matte, grünlichgraue, kurzklüftige Schiefer, aus welchen hin und wieder Kämme von an der Oberfläche sehr zersetztem, feinkörnigem Grünsteine ausragen. Doch ganz nahe vor Riechberg schon wieder stellt sich ein silbergrauer, sehr deutlicher Glimmerschiefer ein, in welchem feldspathführende Streifen sehr oft an Gneifs erinnern, und welcher derselbe ist, der sich auch südwestlich von hier noch bis jenseits des Weges von Elendorf nach Bräunsdorf verbreitet. Das Streichen dieser ganzen Schichtenmasse hält sich sehr regelmäfsig zwischen h. 2—4, und ihr Fallen ist durchaus übereinstimmend unter steilem Winkel (50 bis 60°) gegen NW. gerichtet.

So sieht man denn also hier wirklich die sogenannten Schiefer der Urzeit mit deutlichen Conglomeraten des Uebergangsgebirges in wechselnder Lagerung. Und man möchte wohl sehr geneigt seyn, die zwischen Gneifsschichten und Glimmerschiefer eingelagerte Grauwacke für einen unversehrt gebliebenen Streifen vom Schiefergebirge zu halten, welcher unter günstigen Umständen von der Umwandlung, die die angränzenden Schichten erfahren haben, verschont wurde. Aehnliche Erscheinungen werden sich auch ohne Zweifel an den Gränzen des Gneifsgebirges bey fortgesetzter Forschung noch mehrfach wieder nachweisen lassen. Ja man wird vielleicht einst noch finden, dafs ein und dieselbe Schicht sich, im Streichen aus Grauwacke in Gneifs übergehend, verfolgen läfst. Und schon was ein Gang von den Schiefergebirgen bey Nossen bis zur Gneifsmasse bey Siebenlehn wahrzunehmen gestattet, könnte

hie-

hieher gezählt werden. Doch würde es zu weit führen, hier diese speciellen Verhältnisse wieder anzugeben.

Was indeſs diese Erscheinungen im **Erzgebirge** noch räthselhaft und unerledigt zurücklassen könnten, das scheint sich vollkommen durch einige neuere Beobachtungen in dem unmittelbar angränzenden **Fichtelgebirge** zu lösen. Nehmen wir die fleiſsig bearbeitete geognostisch illuminirte Charte jener Gebirgsgegenden zur Hand, die wir den Herren **Bischof** und **Goldfuſs** verdanken, so scheinen die Verhältnisse ihres Baues zwar auf den ersten Blick nicht nur sehr einfach zu seyn, sondern auch in keiner Hinsicht von den früher bekannten Verhältnissen des Zusammenvorkommens der Gebirgsarten abzuweichen. Eine breite und, dem Streichen des ganzen Gebirges nach, ausgedehnte **Granitmasse** erhebt sich aus einem dieselbe fast symmetrisch umschlieſsenden **Gneiſs-** und **Glimmerschiefergebirge**, und an dieses schlieſsen sich in gröſserer Entfernung **Thonschiefer** mit **Grauwacke**, versteinerungsreiche **Kalksteine**, **Grünsteine** u. s. w., kurz die ausgezeichnetesten Gebirgsarten der Uebergangsformation an. Nichts desto weniger indeſs sehn wir doch schon auf dieser Charte einige **Thonschieferstreifen**, welche die Verfasser für unzusammenhängend halten *), hier in der Voraussetzung, daſs sie **Urthonschiefer** seyen, zwischen **Gneiſs** und **Granit** angegeben. Diese ungewöhnliche Erscheinung wird daher vorzugsweise unsere Aufmerksamkeit in Anspruch nehmen.

Eine zusammenhängend fortgeführte Beobachtung hat mich zunächst zu der Ueberzeugung geführt, daſs in der den **Graniten** auf der angeführten Charte nordwärts angegebenen, groſsen **Gneiſs-** und **Glimmerschiefermasse**, welche bey weitem vorherrschend dem **Gneiſs** gehört, ein sehr merkwürdiges Schichtungsverhältniſs statt

*) S. **Goldfuſs** und **Bischof** physicalisch statistische Beschreibung des Fichtelgebirges, I. p. 153.

finde. Wiewohl sie nehmlich in ihrer ganzen, über vier Meilen langen und gegen zwey Meilen breiten, Erstreckung eine einförmige Hochebne bildet, deren mittlere Erhebung über dem Meere fast 2000′ beträgt, so ist sie doch eben so gleichförmig übereinstimmend muldenförmig geschichtet, und legt sich in NW. und SO. stets über die ihr angränzenden Gebirgsarten. In NW. zunächst, wo sie beständig unmittelbar an die Glieder eines anerkannten Uebergangsgebirges angränzt, ist diese ganz unerwartete Ueberlagerung höchst überraschend und deutlich. Man sieht hier unter andern im Thale der Selbitz, am Abhange des Schloſsberges von Schauenstein, den Gneiſs auf der Höhe des Uferrandes bereits ansehnliche Felsen bilden, während man unten noch eine beträchtliche Strecke weit in ausgezeichnetem Thonschiefer fortwandert. Eben so in der Nähe bey Neudorf, bey Lipperts, Wöhlbattendorf und an vielen andern Puncten. Man überzeugt sich zugleich sehr leicht, daſs dieses merkwürdige Verhältniſs keinesweges etwa durch eine sonst an den Rändern von Urgebirgsmassen leicht vorkommende Aufrichtung und gewaltsame Umkehrung des Schichtenfalles im Thonschiefer bewirkt werde. Denn man sieht schon sehr lange, oft stundenweit von N. her, bevor man sich der Gneiſsmasse nähert, die Schichten des Schiefergebirges unter mäſsigem Winkel ihr zufallen. Und es sind daher auch verhältniſsmäſsig sogar sehr junge Schichten des Uebergangsgebirges, über welche sich diese Gneiſsdecke ausbreitet. Wir finden die, Versteinerungen führenden, Kalksteinlager im Thonschiefer deshalb in dem Theile desselben, der sich der Gneiſsmasse nähert, gedrängter beysammen als auſserdem, und ausgezeichnete Schichten von Grauwacke stellen sich häufig, bey Osseck, bey Throne und in den Umgebungen des Döbraberges, in ihrer unmittelbaren Nähe ein. Und doch ist das Innere dieser

Gneifsmasse so vollkommen rein crystallinisch, so feldspathreich und grobflasrig, dafs nichts in ihr leicht an das verhältnifsmäfsig so sehr neue Alter ihrer Bildung erinnern möchte. Die häufig in ihr vorkommenden Lager eines grofskörnig crystallinischen Gemenges von grasgrünem Strahlstein und bluthrothen Granaten, in deren einem, am Weifsenstein unweit Gefrees, sich die schönen Zoisite finden, tragen den reinsten Character von Gebilden, die wir bisher nur als Producte der Urzeit zu nennen gewohnt waren. Nichts aber erinnert in diesem Gebiete, so weit ich mich davon zu unterrichten Gelegenheit fand, an das Auftreten von Graniten, Sieniten, Porphyren oder verwandten Gesteinen.

Eben so deutlich indefs, wie die Auflagerung dieser Gneifsmasse auf Uebergangsgebirge in NW., ist auch dasselbe Verhältnifs an ihrem entgegengesetzten südöstlichen Rande bemerkbar. Jene oben angeführten Thonschieferstreifen nehmlich, welche nach Bischof und Goldfufs Charte zwischen Gneifs und Granit liegen, bilden in der That ein zusammenhängendes, ununterbrochen verfolgbares Band, das sich vom Rande des Gebirges bey Berneck, an Gefrees vorüber, über Zell an der Saale bis Schwarzenbach erstreckt, und von dort über Rehau mit der nördlichen Thonschiefermasse in unmittellbarer Verbindung steht. Ueberall schiefsen seine Schichten gleichförmig, wenn gleich meist unter steilerem Winkel gegen NW. ein, und eben so die Schichten des ihm vorliegenden Gneifsgebirges. Dafs aber dieser merkwürdige Thonschieferstreifen, welcher unter andern bey Schamlesberg, Neuenreuth u. s. w. die bekannten Chiastolithe einschliefst, wirklich dem Uebergangsgebirge zugesellt werden müsse, beweist nicht nur der eben angegebene Zusammenhang seiner Masse mit den Schiefern in NO. Es beweisen diefs auch deutlich

die in seinem Innern bis in die Gegend von Berneck durchsetzenden Schichten von Grauwacke, welche sich oft so grobkörnig wie die Grauwacke des Harzes, im Grunde der Oelsnitz bey Metzlersreuth, bey Zell an der Saale, bey Hallerstein, Schwarzenbach u. s. w., beobachten lassen. Eben so die Kalksteinlager, welche an den Ufern der Lamitz und bey Volkenreuth, südwestlich von Schwarzenbach, in diesem Thonschiefer aufsetzen, und in welchen Stielstücke von Encriniten, so wie deutliche Spuren von Corallengeweben keine Seltenheit sind*).

Die Art, wie die Thonschiefer sich in der unmittelbaren Berührung der Gneifsmasse in ihrem Hangenden verhalten, ist an den gegenüberliegenden Rändern derselben keinesweges gleichartig. Zunächst an der Nordwestgränze kann man es der Beschaffenheit der Thonschiefer zwar sehr deutlich ansehn, dafs man sich der Scheidung von Gneifs nähert, doch ist ihre Veränderung nur unbedeutend. Im Allgemeinen werden sie glänzender, dem Glimmerschiefer ähnlich, ohne Quarz aufzunehmen, und erhalten eine lebhaft gelbbraune oder dunkel eisenrothe Farbe. Ja sie zeigen sich wohl zuweilen so sehr mit rothem Eisenoxyd überladen, dafs man Massen derselben, wie bey Beyersgruen (westlich von Schauenstein) als Eisenstein bergmännisch zu gewinnen versucht hat. Auf der Scheidung beyder Gebirgsarten selbst befindet sich häufig, wie bey Schauenstein, ein sehr zerklüftetes Quarzlager, mit grüngrauen talkigen Ablosungen, oder es zeigen sich Kämme von dichten Feldspathgesteinen ausragend u. s. w.

An der gegenüberliegenden südöstlichen Gränze dagegen sehn wir, bevor sich die Schiefer selbst in den

*) Auf der Charte von Bischof und Goldfufs ist das erstgenannte Kalksteinlager im Gebiete des Granites angegeben, auch bedürfen die Gränzen des hier angeführten Thonschieferstreifens durchgängig einer wesentlichen Berichtigung.

Gneifs verlieren, gewöhnlich eine Reihe von eigenthümlichen Bildungen, der Scheidungslinie zwischen beyden Gebirgsarten parallellaufen. Es sind diefs sehr ausgezeichnete silberglänzende Glimmerschiefer, mächtige Serpentinmassen und schön crystallinische Hornblendgesteine. Gewöhnlich pflegen diese Gesteine in der angegebenen Folge in schmalen Parallelstreifen hinter einander zu liegen. Indefs fehlt es auch nicht an Fällen, in welchen diese Ordnung sich umkehrt, oder in welchen ein mehrfacher Wechsel derselben unter einander statt findet. Fast immer aber erfolgt doch zuletzt der unmittelbare Uebergang in den Gneifs durch die ausgezeichneten Hornblendgesteine, welche wir gewöhnlich einer Gneifsmasse vergleichen können, in welcher, bey fast gänzlichem Zurücktreten des Quarzes, die Hornblende die Stelle des Glimmers vertritt. Der Serpentin aber pflegt sich fast ausschliefslich an die Masse des Glimmerschiefers zu halten, und bildet so einen fast ununterbrochenen Streifen von ansehnlicher Mächtigkeit, vom Heideberge bey Zell an der Saale über Schwarzenbach, bis nach Würlitz und Woya fortsetzend.

Noch mehr aber ziehn die Erscheinungen dieses südlichen Thonschieferstreifens unsere Aufmerksamkeit auf sich, wenn wir von der ihm aufgelagerten Gneifsmasse nach S. in sein Liegendes übergehn. Hier soll nach den in der Charte und Beschreibung gegebenen Nachweisungen Granit liegen. Auch sieht man schon lange auffallend von N. her die Kuppen der höheren Granitberge des Fichtelgebirges jenseits der Schieferebne hervorragen. Und doch ist es mir mehrfach begegnet, meilenweit in diesem Bezirke vorzudringen, ohne auch nur die Spur einer Granitentblöfsung anzutreffen. Nichts desto weniger ist es indefs gewifs auch nicht minder schwierig, Rechenschaft von der Beschaffenheit der Gesteine abzulegen, welche

hier vorherrschen. Wir bemerken daher nur im Allgemeinen, dafs die Thonschiefer sehr bald durch allmälige Uebergänge nach ihrem Liegenden ganz ihren ursprünglichen Character verlieren. So sehn wir namentlich auf der Strafse von Schwarzenbach nach Wunsiedel, sobald wir den hohen Rücken des Hauptgebirgszuges erreicht haben, der vom Waldstein auf den Grofsen-Kornberg übersetzt, bey Fahrenbühl und Ober-Schiede, eine merkwürdige Reihe von Abänderungen undeutlicher Gesteine entblöfst.

Oft scheint es ein unreiner grauer Thonschiefer, welchen wir vor uns sehn, oder auch wohl ein sehr zerklüfteter, mattglänzender Glimmerschiefer. Quarzmasse durchdringt diese Schiefer sehr häufig, und bildet sie in dem Wetzschiefer sehr ähnliche Abänderungen um, oder es entstehn wohl auch Platten eines eisenschüssigen, sehr unregelmäfsig brechenden Quarzfels. Zwischen die Glimmer- und Schieferblättchen dringt hier nicht selten eine feinerdige, körnige, röthlichgraue Substanz ein, welche, unter der Loupe betrachtet, an ihrer Oberfläche wie ein zarter Anflug erscheint, u. s. w. Eben so gestalten sich die analogen Erscheinungen südlich von Hallerstein, am Wege nach Kirch-Lamitz, nur treten dort nicht selten noch dunkelrothe Schiefer hervor, und die dem Wetzschiefer ähnlichen Gesteine gleichen oft auf's Täuschendste den feinkörnigen Abänderungen des Harzer Hornfels, mit schwarzen, fleckigen Glimmerablosungen. Eben so südlich von Sparneck oder von Zell an der Saale der Stelle zu, von welcher die Quellen der Saale unter den Abhängen des grofsen Waldsteines heraustreten.

Kaum würde man ahnen können, was hier vorgeht, belehrten uns nicht die Erscheinungen, sobald wir uns den Granitkuppen nähern, dafs hier von einer wirklichen, tausendfach modificirten Umwandlung der Thon-

schiefer in unzweydeutige Gneifsmasse die Rede sey. Wir sehn bald die schwarzgrauen Schieferblättchen sich durch unzählige Uebergänge in schwarze crystallinische Glimmerstreifen auflösen. Jene erdigen röthlichgrauen Ueberzüge verwandeln sich unter unsern Augen in deutliche Ausscheidungen und Glandeln von gleichfarbigem, feinkörnigem Feldspath, und die Quarzmasse greift nun regelmäfsig ein, sich in Knoten oder Körnern im crystallinischen Gemenge mit Feldspath ausscheidend. So zeigt es sich deutlich zwischen Kirch-Lamitz und Markleiten, am Wege nach Raumetengrün, so in der Nähe von Selb, zwischen der Granitmasse der Eger und dem grofsen Kornberge, bey Spielberg, Heidelheim, Mühlbach, Erkersreuth u. s. w.

Doch behalten immer die auf diese Weise unter unsern Augen entstandenen Gneifsmassen etwas Eigenthümliches, das sie sehr leicht von den Gliedern der nördlichen Gneifspartie unterscheidet. Immer sehn wir an den dicken, schwarzen Glimmerkrusten, an der röthlichen Farbe und Feinkörnigkeit des Feldspathes u. s. w. fast an jedem Handstücke, aus welchem der beyden Gneifsbezirke es geommen worden. Die mächtigen Granitmassen des Fichtelgebirges erheben sich endlich in dieser südlichen Masse in vier wohl abgegränzten Inseln, deren Auftreten, so weit meine Betrachtungen reichen, die Schieferung der Gneifsschichten ohne Rücksicht auf ihr Fallen durchschneidet *). Doch es verbietet uns die

*) Die vier hier erwähnten Granitinseln des Fichtelgebirges, welche sich in keinem über Tage beobachtbaren Zusammenhange befinden, sind: die Masse, die den grofsen und kleinen Waldstein mit dem Epprechtstein einschliefst, die des grofsen und kleinen Kornberges, die des Ochsenkopfes und Schneeberges, welche sich über Weifsenstadt an der Eger herab bis nach Böhmen hinein fortzieht, und endlich die der Kössein und

Rücksicht auf den eigentlichen Zweck dieser Darstellung hier näher in das Detail dieser wichtigen Erscheinungen einzugehn.

So haben wir denn also in dem Fichtelgebirge das merkwürdige Beyspiel einer, wenigstens vier Meilen lang zwischen zwey Gneifsverbreitungen von beträchtlicher Ausdehnung steckenden, unversehrt gebliebenen Thonschiefermasse des Uebergangsgebirges, und durch alle sie begleitenden Erscheinungen erfährt wohl die Ansicht von der merkwürdigen Entstehungsweise der Gneifsgebirge eine auffallende und erwünschte Bestätigung.

Nichts desto weniger ist übrigens das von uns hier betrachtete schmale Thonschieferband in seinem Innern keinesweges so ganz frey von den muthmafslichen Einwirkungen vulcanischer Kräfte geblieben, als wir nach

der hohen Mätze bey Wunsiedel. Von der Art, wie diese Granitmasse die umgebenden Schiefer ohne Rücksicht auf ihr Streichen und Fallen zerschneiden, giebt unter andern die grofse Masse an der Eger ein sehr merkwürdiges Beyspiel. Diese tritt nehmlich mit ihrer südlichen Gränze queer durch die scharf begränzte Scheidung des Gneifs- und des Glimmerschiefer, und sie liegt hier von der ersten Berührung bey Signatengrün, nordöstlich von Wunsiedel, bis zum Schlofsberge von Hohenberg ganz in dem letztern. Der Granit trifft hier im Glimmerschiefer mit dem herrlichen Marmorlager von Wunsiedel zusammen, das sich bereits in seinem Streichen südwestlich von hier auf anderthalb Meilen Entfernung hat nachweisen lassen, und nach Goldfufs und Bischof soll es sogar in den Granit hinein fortsetzen. Es folgt ihm indefs nur ferner in sehr grofser Nähe durch die Strecke über Thiersheim und Hohenberg, und bleibt immer deutlich mit dem Schiefer verbunden. Sehr merkwürdig aber ist es mir erschienen, dafs auf der ganzen, gleichfalls $1\frac{1}{2}$ Meilen langen Gränze des Granites mit dem Kalksteine, in dem letztern sehr häufig Dolomit-Massen, unregelmäfsige Eisensteinslager und jene merkwürdigen halbzersetzten Specksteinmassen auftreten, deren Erscheinung so viel Räthselhaftes hat. Göpfersgrün ist der erste südwestlichste Punct dieses merkwürdigen Zusammentreffens, das sich da, wo der Granit von dem Kalksteine entfernt bleibt, nicht wieder findet.

dieser allgemeinen Aeufserung voraussetzen sollten. Es ist in der That auf eine sehr merkwürdige Weise davon afficirt worden. Diese Thonschiefer und Grauwacken umschliefsen nehmlich in ihrem Innern eine zahlreiche Menge von Abänderungen des Grünsteines, des Blattersteines und seiner verwandten Gebirgsarten. So namentlich am Schlofsberge von Hallerstein und bey Volkenreuth, in dem herrlichen Felsenvorsprunge, der die Ruinen der Burg Stein an der Oelsnitz trägt, und in dem imponirenden Auftreten der steilen, eng eingeschnittenen Felswände, welche die Pforte des Gebirges bey Berneck bilden. Alle diese Grünsteine und Trappgebirgsarten überschreiten niemals die enggehaltenen Gränzen dieser Thonschiefermasse*). Sie setzen niemals, so weit ich es beobachtet, in den angränzenden Gneifs ein, und diese merkwürdige Thatsache mag wohl sehr für die oben bereits berührte Ansicht sprechen, dafs die Entstehung dieser Trappmassen in irgend einer nothwendigen Beziehung zu der Masse des Thonschiefers stehe.

Es ist deshalb auch wohl die eigentliche Heimath aller dieser Trappgesteine in der nördlichen grofsen Uebergangsgebirgsmasse des Fichtelgebirges zu suchen, und da man vielleicht in keinem Gebirge von Deutschland eine so vollständige Gelegenheit besitzt, ihre wahre Natur zu studiren, so kann ich nicht umhin, hier noch einige der wesentlichsten, von mir dort beobachteten Verhältnisse derselben vorläufig hinzuzufügen.

Die Natur der hier herrschenden Gesteine, die zur

*) Die einzige mir bekannt gewordene Ausnahme von dieser auffallenden Regel zeigt sich in den Grünsteinadern, die nicht selten am südlichen und nordwestlichen Gehänge des Ochsenkopfes im Granit aufsetzen. Sie sind bereits von Goldfufs und Bischof (l. c. I. p. 169.), von Brunner, in seiner neuen Theorie der Gänge, und von Andern beschrieben worden.

Familie des Uebergangstrappes gehören, ist bereits von den Herren Goldfufs und Bischof ziemlich genügend geschildert worden. Im Allgemeinen sind es feinkörnige, deutlich gemengte Diorite, unter deren Feldspathkörnern nicht selten die durch G. Rose zuerst bekannt gewordenen Albit-Zwillinge vorkommen, und eine dichte, oft völlig thonige, grüngraue Aphanitmasse, welche die Grundlage der Blattersteine bildet, und in welcher nicht selten einzelne gröfsere Hornblendcrystalle mit ausgezeichneten Blätterdurchgängen aufsetzen. Was die Herren Goldfufs und Bischof als basaltischen Grünstein beschrieben haben, ist eigentlich genauer ein Mittelgestein zwischen Grünstein und Gabbro, eine Masse, in welcher beständig deutliche Diallage-Blätter vorkommen, und welche nicht selten in ein, vollkommen dem gemeinen Serpentin ähnliches, Gestein übergeht. Sie besitzt zugleich die merkwürdige Eigenthümlichkeit, die Magnetnadel, und oft in sehr hohem Grade, zu beunruhigen, ja selbst dauernd in einzelnen Stücken magnetische Polarität zu behalten. Alle diese Gesteine aber mit allen ihren unzähligen Abänderungen liegen vollkommen regellos durch einander, und sind mannigfach mit einander verbunden. Keines derselben sah ich gegen das andere je irgend eine bestimmt ausgesprochene Stellung behaupten. Ein Gang durch die malerische, fast ausschliefslich von Trappgebirgsarten gebildete Felsenkluft des Höll-Thales bey Steben, oder durch die an Grünsteinen so sehr reiche Spalte des Saale-Thales, von Hof bis in die Nähe von Lobenstein, beweist genügend, wie wenig an irgend eine bestimmte Aufeinanderfolge dieser Gebirgsarten zu denken sey.

Unter den Structur-Verhältnissen, welche diese Trappgesteine zeigen, ist unstreitig für uns keines wohl anziehender, als das Auftreten der Kugelgrünsteine,

welche in so auffallenden Analogien mit dem Vorkommen der Kugelporphyre, Basalte und selbst unserer heutigen Lavamassen stehn, unter welchen die Kugeln der Hornitos am Fuſse des Jorullo, welche Alexander von Humboldt beschrieben und abgebildet, keinem Naturforscher mehr fremd sind. Diese merkwürdigen Absonderungen finden sich in überraschender Schönheit hier sowohl in den körnigen, als auch in den dichten Varietäten des Uebergangstrappes. Die erstern, welche besonders ausgezeichnet in der nächsten Umgebung von Steben vorkommen, zerfallen unter dem Hammerschlage in zahllose, linienstarke, concentrische Schaalen, und umschlieſsen gewöhnlich im Innern einen nuſsgroſsen, verworren crystallinischen Kern, den ursprünglichen Mittelpunct der Anziehung in der einst zähflüssigen, erstarrenden Masse. Unter den Kugelabsonderungen im dichten Grünsteine aber sieht man vielleicht nirgend vollendetere Bildungen als jene, die den Absturz einer etwa 40′ hohen Felsmasse bey der Mühle von Weidesgrün, ohnweit Schauenstein, bilden. Es sind hier feinblasige, oft fast schlackenähnliche Blattersteinkugeln, welche wie auf einander gepackt liegen. Sie sind immer von länglich runder, ovaler Gestalt, in ihrem gröſsesten Durchmesser 6 bis 8 Fuſs lang, und in allen ist die Längen-Axe, stets parallel liegend, sanft gegen S. geneigt. Immer, wo eine dieser Kugeln in ihren Umrissen eine Unregelmäſsigkeit, eine Anschwellung oder Vertiefung zeigt, weicht ihr die angränzende auffallend deutlich mit parallellaufenden Biegungen aus, und man sieht daraus, daſs sie sich gleichzeitig in ein und derselben gleichförmig flüssigen Masse zusammenballten. Zwischen den Kugeln aber ist immer eine unvollkommen geschieferte, schmutzig grüngraue, weiche Thonmasse übrig geblieben, welche sich auf's Innigste in concentrischen Windungen ihren Umrissen anschmiegt,

und in welcher sie daher wie eingeknetet erscheinen. Es ist gleichsam der Rückstand aus den crystallinisch zusammengezogenen Grundbestandtheilen.

Wenn indefs schon diese Kugelgestalten uns einen Blick in die Beschaffenheit der Trappmasse bey ihrer Bildung gestatten, so thun es mehr noch die in diesem Gebirge einzig bisher beobachteten Grünstein-Conglomerate, deren schon Goldfufs und Bischof, wenn gleich auf eine wohl nicht genügende Weise, erwähnen. Diese sonderbaren Gesteine, welche so sehr viel zu der malerischen Bildung einiger Seitenthäler der Rodach und des Maines beytragen, haben eine Grundmasse, welche sehr häufig aus festen und oft noch deutlich körnigen, oder auch dichten Grünsteinen besteht. Gewöhnlich indefs werden sie der Hauptmasse nach aus einer, wie es scheint, sehr talkreichen, von Hornblendesubstanz innig durchdrungenen Thonmasse gebildet, welche in gewässerten Streifen hell- und dunkelgrün das Ansehn eines erhärteten Schlammes hat. In dieser Grundmasse sieht man fest eingebacken die Bruchstücke einer grofsen Zahl verschiedenartiger Gesteine, in mehr oder minder vollkommenem Zustande. Vor Allem auffallend und bey weitem am häufigsten sind hier die bis mehr als faustgrofsen, scharfeckigen Brocken einer dichten und stets hellgrau gefärbten Felsart, welche sehr an dichte Feldspathmasse erinnert, und auch wohl dafür angesprochen wird. Sie ist hart und sehr spröde, dem Hornstein ähnlich, und neigt sehr dazu, beym Hammerschlage in eine Menge kleiner, scharfkantig säulenförmiger Bruchstücke zu springen. Ihre frischen Bruchflächen tragen gewöhnlich einen matten, emailartigen Schimmer, und sie sind häufig von kleinen Blasenräumen durchzogen, welche von einer dunkelgrünen, weichen, serpentinähnlichen Masse erfüllt zu seyn pflegen. Diese Gesteine erinnern auffallend an die gefritteten Sandsteine und Schieferthonbrocken, wel-

che so häufig unter andern in den Basalten von Hessen vorkommen, und da sie zuweilen mit der umgebenden Grundmasse innig zu verschmelzen scheinen, während sie sich an andern Orten leicht ausschälen lassen, sind sie mit diesen vielleicht sehr analogen Ursprunges.

Nächst diesen Bruchstücken liegen sehr häufig in derselben Grundmasse, eben so deutlich ausgeschieden, grofse Stücke von zahlreichen Grünstein-Varietäten, verrundete Granitgeschiebe von sehr frischen, feldspathreichen Granitarten, welche ich unter andern sehr schön am Hirschberge bey Steben und auf einer Höhe zwischen Dürrenthal und Brunn, an der Strafse von Neila nach Hof, fand. Eben so znweilen eckige Kieselschiefer und Quarzbruchstücke, und als gröfsere Seltenheit, dem Wetzschiefer ähnliche, Thonschieferbrocken, ja selbst kleine Geschiebe von grauem, quarzführendem, sogenanntem Hornstein-Porphyr.

Alle diese Fragmente, von welchen man zahlreiche Abänderungen zu sammeln im Stande ist, liegen bunt durch einander in dieser merkwürdigen Trümmergebirgsart. In Beziehung auf die Lage ihrer breiteren Flächen zeigen sie eine so vollkommene Unregelmäfsigkeit, dafs wir kaum zweifeln können, hier eine anhydrisch gebildete Conglomeratmasse vor uns zu sehn. Auch umgeben in der That diese Grünstein-Conglomerate, wo ich sie genauer zu beobachten Gelegenheit fand, immer die Kuppen der reineren Grünsteine mantelförmig, und bilden sehr häufig auf ihren Gipfeln plump ausragende Felsmassen, wie diefs unter andern sich sehr schön am Langenbühl bey Steinbach, am Weifsenstein bey Thierbach, unweit Steben, und an anderen Orten mehr zeigt. Und wir dürfen daher wohl kaum daran zweifeln, dafs sie zu den Grünsteinen in demselben Verhältnisse stehn, wie die Basalte so sehr häufig zu den Basalt-Conglomeraten, von

welchen Leopold von Buch bekanntlich diese Erscheinung neuerlich so treffend, als ein Product von der Reibung an den benachbarten Gebirgsarten, beym Emporsteigen der Basalte erwiesen hat*).

Wenn es indeſs gleichwohl im Allgemeinen keinem Zweifel unterliegt, daſs auch die Grünsteine durch ein Hervorbrechen aus dem umgebenden Schiefergebirge in ihre gegenwärtige Stellung gekommen sind, so wird es doch nicht ohne Interesse seyn, hier noch einen Blick auf die auffallenderen Thatsachen zu werfen, durch welche diese Ansicht in den vorliegenden Gegenden bestätigt wird. Man hört auch hier, wie in andern Gebirgen, sehr häufig von Einlagerungen des Grünsteines in dem Thonschiefer sprechen, und wer unter andern die zahlreichen Wechsel gesehn hat, in welchen der Grünstein bey Steben, am Wege zur Mordlau, vollkommen lagerartig mit Thonschieferstreifen vorkommt, der wird dieses Bild für genügend halten, um daraus denselben Schluſs abzuleiten. Liegt doch auch wirklich nichts Wunderbares darin, daſs eine Gebirgsart, die sich zwischen Schiefern hervordrängte, häufig und gern ihren Absonderungen und eben so den Schichtungsflächen gefolgt ist, und wir können daher dergleichen Lagerungsverhältnisse sehr leicht unter beschränkenden Um-

*) Vollkommen ähnliche Erscheinungen kommen bekanntlich bey allen Gebirgsarten vor, welche muthmaſslich der Erhebung aus Spalten des ältern Gebirges ihren Ursprung verdanken. So namentlich bey den Porphyren im Rothliegenden, so auch bey den Trachyten. Ja ich habe selbst Gelegenheit gefunden, an kleinen Granitmassen, welche aus dem Thonschiefer des Fichtelgebirges, bey Reizenstein und zu Ober-Klingensporn im Thale der Selbitz hervorragen, eine Umhüllung mit wahren Granit-Conglomeraten zu beobachten, welche unter andern in granitischer Grundmasse zuweilen noch unversehrte Stücke von Thonschiefer einschlieſsen. Es ist dieſs eine meines Wissens bisher noch nicht wahrgenommene, aber keinesweges befremdende Thatsache.

ständen bey allen durch vulcanische Wirkung entstandenen Gebirgsarten wahrnehmen.

Schon die allgemeinen Verhältnisse der im Fichtelgebirge vorkommenden Trappmassen widersprechen der Ansicht ihrer Unterordnung unter den Thonschiefer, die Grauwacken und Kalksteine in rein neptunischem Sinne. Denn überall, wo sie in gröfserem Zusammenhange auftreten, folgt ihre Längen-Ausdehnung sehr auffallend einer Richtnng, welche fast rechtwinklig von der herrschenden Streichungslinie des Schiefergebirges abweicht. Schon vom Eingange in's Schwarza-Thal bey Blankenburg her, bis an die südlichen Gränzen des Fichtelgebirges nehmlich, haben alle Schiefer und die ihnen untergeordneten Schichten ein und dasselbe Streichen, h. 4 bis $4\frac{1}{2}$ mit bewundernswürdiger Regelmäfsigkeit. Die Grünsteinzüge aber und die sie begleitenden Gänge streichen fast eben so regelmäfsig stets h. 10 — 12, und setzen meist unter sehr steilem Winkel in die Tiefe. Sprechender indefs noch für diese Erscheinung ist das Vorkommen der Grünsteine in deutlichen, scharf bezeichneten Gängen, welche die Schichten benachbarter Gesteine senkrecht durchschneiden, und mit den überall beobachteten Basaltgängen die vollkommenste Analogie zeigen.

Solcher vollkommen deutlich beobachtbaren Gangbildungen des Grünsteines gelang es mir bis jetzt im Fichtelgebirge drey aufzufinden. Der bedeutendste derselben zeigt sich im Kalkberge südwestlich von Neila, am Wege nach Schwarzenbach am Wald, entblöfst. Dort bricht ein Kalkstein, der in inniger Verbindung mit Thonschiefer deutlich geschichtet erscheint. Sein Streichen h. 5, sein Fallen etwa 10—12° gegen S. gerichtet. In ihm tritt eine Grünsteinmasse an den Wänden eines Steinbruchs hervor, welche etwa 20' breit, h. 12. 4 streicht, und seiger in ihm niedersetzt. Seine Masse ist reichlich mit grauen Glimmerschup-

pen übermengt, und löst sich sehr verwittert in zahlreiche, kugelförmig abgesonderte Stücke auf, welche im Innern vollkommen frisch sind. Man kann die senkrechte Scheidung des Kalksteines und der Grünsteinmasse sehr deutlich wahrnehmen, und sieht an dem erstern in der unmittelbaren Berührung keine Veränderung.

Die beyden andern hier erwähnten Grünsteingänge liegen nahe bey einander, doch entfernt von dem vorhergehenden, ebenfalls im Uebergangskalkstein entblöfst, an den Wänden von einer der tiefen finstern Schluchten, welche auf der Südwestseite des Döbraberges zum Thale der Wald-Rodach hinabführen. Der Kalkstein streicht hier, wenn gleich minder vollkommen geschichtet als der von Neila, deutlich genug h. 5, und fällt sehr steil gegen N. Beyde Grünsteingänge aber, deren einer 2', der andere dagegen etwa 3' mächtig ist, streichen scharf h. 11, und fallen senkrecht. Die Grünsteinmasse ist hier vollkommen frisch, kleinkörnig und ebenfalls stark mit Glimmer übermengt. Der Kalkstein an der Scheidung ist hellfarbiger und mehr crystallinisch körnig als aufserdem, doch ist diese Veränderung zu wenig auffallend und scharf abgesetzt, als dafs wir entscheiden könnten, ob sie dem Einflusse des Grünsteines wirklich zuzuschreiben sey.

Merkwürdiger indefs unstreitig ist es, dafs einer dieser beyden Grünsteingänge in kaum mehr als hundert Schritte Entfernung von diesem Kalksteinbruche mit einer gröfseren, undeutlich im Thonschiefer stekkenden Grünsteinmasse in einer vollkommen nachweisbaren Verbindung steht. Sie ist Eisenstein führend, wie fast alle in diesem Gebirge aufsetzenden Uebergangs-Trappgesteine, und man baut noch gegenwärtig auf ihr in der Grube Neuer Glockenklang. Nirgend vielleicht kann man sich dabey vollkommener überzeugen, wie Grünstein- und Eisensteinmasse

nicht

nicht getrennt werden können, sondern ein und derselben Ursache ihre Entstehung verdanken müssen. Denn man bricht hier die ganze Gebirgsart, welche aus concentrisch schaaligen Kugeln besteht, die in einer weichen Thonmasse (von aufgelöstem Grünsteine) stekken. Und auf den Halden sieht man dergleichen Kugeln zahlreich ausgeworfen, welche man zuweilen vollkommen, Schaale um Schaale wechselnd, in Grünstein und in einen thonigen Brauneisenstein zerlegen kann, oder in welchen nicht selten ein und dieselbe Schaale theilweise deutlicher Grünstein, theilweise Eisenstein ist.

Die Herren Goldfufs und Bischof haben in ihrem Werke zahlreiche Beyspiele des Zusammenvorkommens beyder eben genannten Gesteine gegeben. Keines derselben mag sich indefs mehr diesem Beweise einer sehr innigen Verbindung beyder Massen anschliefsen, als das Vorkommen des säulenförmigen Thoneisensteines am Langenbühl bey Steinbach, an welchem man nicht selten ein und dieselbe fünf bis sechs Zoll lange Säule an dem einen Ende aus Grünstein, an dem andern aus Eisenstein bestehn sieht. Eigene Beobachtung hat mir die völlige Richtigkeit dieser merkwürdigen Thatsache bewiesen, ganz so wie sie von den genannten Verfassern beschrieben worden.

Wir können nicht umhin am Schlusse dieser Darstellung noch darauf aufmerksam zu machen, dafs dieselbe Rolle, welche die durch Hervorbrechen aus dem Innern in ihre gegenwärtige Stellung versetzten Granit- und Trappmassen im Schiefergebirge der Uebergangszeit spielen, in den jüngern Gebirgsarten desselben Landes nicht allein, wie jetzt allgemein anerkannt, durch die Porphyre und später noch durch die Basalte übernommen werden. Es sind vielmehr aufser ihnen hier noch die Massen vieler Gyps-Berge von besonderer Bedeutung, und sie können ihren ganzen Verhältnissen nach nicht füglich anders als vollkommen aus demselben Gesichtspunkte betrachtet werden. Schon vor längerer Zeit hatte die oft wiederholte Beobachtung der Art wie die Gypsstöcke, wo sie im norddeutschen Hügelland und selbst isolirt in der Ebene erscheinen, stets verändernd und störend auf die Masse ihrer

Umgebungen einwirken, den Verfasser dieser Abhandlung zu der Ueberzeugung geleitet, dafs sie als spät erst in den allgemeinen Schichten-Verband eingeschobene Gebirgsglieder angesehn werden müssen *). Die Bemerkung, dafs das Auftreten derselben so häufig von einer Aufrichtung, ja selbst Ueberstürzung der benachbarten Gesteine begleitet werde, welches sich keinesweges nur auf den engen Umkreis ihrer nächsten Umgebungen beschränkt zeigt, hat später noch durch fortgesetzte Beobachtungen eine neue Bestätigung erfahren, und wir dürfen sie ganz besonders nach Vergleichung der Thatsachen, deren Kenntnisse wir vorzugsweise Leop. von Buch, J. de Charpentier, Dufresnoy und andern ausgezeichneten Geognosten verdanken, nun auch auf die Gebirgs-Verhältnisse vieler andern Landstriche ausdehnen. Zunächst in dem Kreise dieser Beobachtungen hat Leop. von Buch es sehr wahrscheinlich gefunden, dafs jene ansehnliche Gypsmauer, welche fast den ganzen Südrand des Harzes umgiebt, eine wohl durch das Emporsteigen des Gebirges selbst gebildete und aus Kupferschieferkalkstein umgewandelte Masse seyn möchte. Eben so erscheint auch der Gyps auf der Nordseite des Harzes, am Sievekenberge bei Quedlinburg, eine senkrechte Spalte im Muschelkalk erfüllend, und die Richtung derselben führt uns genau in die Erhebungsaxe des Quadersandsteingebirges zwischen Halberstadt und Blankenburg, dessen Schichtenfall dadurch in der Strecke von mehr als 4 Meilen Länge und nahe der Hälfte davon in der Breite bestimmt wird. Völlig ähnliche Erscheinungen, welche einer vollständigeren Erläuterung in dem oben angeführten Werke aufbehalten bleiben, zeigen noch die Gypsmassen in der Richtung von Sandersleben auf Aschersleben, von Bernburg auf Stafsfurth u. s w., und in den westlichen Gegenden des norddeutschen Hügellandes die Gypse in der Umgebung der Hilsberge bei Alefeld, bei Stadt Oldendorf am Sollinge, bei Muender und Rodenberg am Deister, und noch eben so sehr wahrscheinlich dieselben Massen, welche sich in der Tiefe der merkwürdigen Erhebungsthäler von Pyrmont und von Driburg finden.

*) S. deshalb Beiträge zur Kenntnifs der geognost Verhältnisse von Norddeutschland, S. 85. sq. Eben so Gilb. Annal. Bd. 76. S. 33.

II. *Ueber die magnetisirende Eigenschaft des Sonnenlichts; von* Peter Rieſs *und* Ludwig Moser *in Berlin.*

Acht Jahre früher, ehe der Magnetismus durch die galvanische Kette mit andern Naturkräften verbunden wurde, trat Morichini mit Experimenten auf, die die magnetisirende Eigenschaft des violetten Lichts darthun sollten. Die hierdurch gezeigte Verbindung des Magnetismus mit dem Lichte hatte durchaus nichts paradoxes, das ihre Anerkennung hätte verzögern können; ja, die tägliche und jährliche Periode der magnetischen Abweichung, eine Erscheinung, die schon Coulomb zur Annahme einer magnetischen Atmosphäre der Sonne bewog, wie die von Werner und Gmelin bezeugte Thatsache, daſs die natürlichen Magnete nur zu Tage vorkommen, gaben derselben sogar eine wissenschaftliche Wahrscheinlichkeit. Wenn der Magnetismus der Erde nicht als ursprünglich eingepflanzt betrachtet wurde, so war der verborgenen Quelle desselben nachzuspüren; einer Entdeckung, die diese Quelle in's Licht setzte, und ohne Magnet magnetisiren lehrte, fehlte wohl, um eine *groſse* genannt zu werden nur die Bestätigung. Diese aber blieb aus. Morichini's erster Arbeit *) folgten Zweifel, namentlich Volta's, die zu heben eine zweite Arbeit **) fast eben so wenig geeignet war, als die nach Mailand und Paris geschickten im Lichte magnetisirten Nadeln. Während Babini und Ridolfi ***) das Nichtgelingen des Experiments in Constitution der Atmosphäre suchten, und Configliachi das Gelingen desselben in einer freilich

*) Gilb. Ann. XLIII. p. 212.

**) Kastn. Arch. VIII. S. 105.

***) Schweigg. Journ. IX. S. 215. u. XX. 10.

nicht tadellosen Arbeit dem Erdmagnetismus zuschrieb, wandte sich die Aufmerksamkeit der Physiker zu andern glänzenden Entdeckungen, die ein neues fruchtbares Gebiet der Forschung aufschlossen. Wenn auch späterhin hochachtbare Männer, Playfair und Gmelin, Zeugen glücklicher Versuche Morichini's an Ort und Stelle waren, so konnte doch nicht eine so wichtige Entdekkung auf Autorität, wenn man nicht etwa der Sonne Italiens einen neuen Zauber leihen wollte, angenommen werden. Wir haben Grund zu glauben, dafs die Morichini'sche Entdeckung auch ohne Widerlegung an angeborner Hinfälligkeit verschieden seyn würde, wenn nicht in ganz neuer Zeit Mrs. Sommerville *) dieselbe zu einem neuen Leben erweckt hätte. Ihre Versuche erfuhren weniger Angriffe, als die Morichini'schen, und wir müssen gestehn, dafs die Einfachheit derselben wenigstens von *einer* Seite Zutrauen einzuflöfsen im Stande war. Versuche, die mit einer Nähnadel und einem Stückchen blauen Bandes an jedem klaren Tage angestellt werden können, sind nicht absichtlich zur Täuschung erfunden, und es ist zu verwundern, wie wenig sie wiederholt worden sind. Mehrere physikalische Journale geben zwar seit 1826 wieder einige Beiträge zur Magnetisirung durch Licht, aber diese sind theils bekannte, theils neue wenig befriedigende. Die neuere Zeit, die den Magnetismus in der Eisenstange von Linie zu Linie wie auf der Erde von Grad zu Grad verfolgen und messen sah, die Methoden kennt, die geringe Aenderung desselben von Stunde zu Stunde nachzuweisen, kann sich nicht mit der Versicherung begnügen, eine Nadel sey magnetisch geworden; sie darf Maafse verlangen, sollten diese auch nur dazu dienen, den Verdacht einer so leicht möglichen Täuschung abzuhalten.

Kurze Zeit nach den Versuchen der Mrs. Sommer-

*) *Ann. de chim. XXXIII. p.* 393.

ville glaubte Christie*) die Morichini'sche Entdeckung von einer andern Seite her zu bestätigen, indem er in der durch das Sonnenlicht beschleunigten Abnahme der Elongation einer schwingenden Nadel einen entscheidenden Beweis für den Magnetismus des Lichts sah. Ohne hier in eine Kritik dieser Versuche und der Wiederholung derselben durch Hrn. Baumgartner einzugehn, müssen wir andeuten, wohin uns jene aus derselben gezogene Schlufsfolge führt. Eine Magnetnadel gebraucht zu einer bestimmten Anzahl Schwingungen eine nach Mafsgabe ihrer Masse und magnetischen Intensität bestimmte Zeit, und zeigt eine gewisse Abnahme ihrer ursprünglichen Elongation, dergestalt, dafs bei Vermehrung ihrer Intensität die Zeit sowohl, als die Abnahme der Elongation verringert, bei Verminderung derselben aber beide vermehrt werden. Wenn nun jener unermüdliche Beobachter gezeigt hat, dafs die Nadel im Sonnenschein bei beschleunigter Abnahme der Elongation eine kürzere Zeit zu ihren Schwingungen braucht, als im Schatten, und diefs dem unmittelbaren Einflufs des Sonnenlichts zuschreibt, so rückt der Magnetismus somit aus dem Kreise der gewöhnlichen magnetischen Erscheinungen und nähert sich jenen so merkwürdigen Thatsachen der Wirkung aller Körper auf eine schwingende Nadel.

In demselben Jahre, in dem die eben erwähnten Arbeiten erschienen, trat auch in Deutschland ein Verfechter der Morichini'schen Entdeckung auf. — Hr. Baumgartner, dem sich das Experiment in wenigen Minuten ergab **), fand sich bewogen, demselben eine allgemeine Seite abzugewinnen und dasselbe einem höhern Gesetz unterzuordnen. Hatte Morichini den violetten Strahl die magnetisirende Kraft in erhöhtem Grade, den übrigen Farben mehr oder weniger zugeschrieben, die Bestimmung der Pole aber unerörtert gelassen, so gab Baum-

*) Baumg. und Etting. Zeitschr. III. S. 100.

**) Ebend. I. S. 263.

gartner dem weifsen Lichte die Eigenschaft, Magnetismus zu erregen, und stellte zugleich das hier obwaltende Gesetz auf. Das Licht, so heifst es, wirke nur im Gegensatz zum Dunkel, dann aber bestimmt nordpolarisch erregend, so dafs jeder hellpolirte Punkt einer unmagnetischen Nadel gegen den minderpolirten zum Nordpol werde. Dieser Magnetismus werde im Eisen durch ungleiche Beleuchtung fast auf dieselbe Weise hervorgerufen, wie in allen Metallen durch ungleiche Erwärmung. Der so neben den Thermomagnetismus gestellte Photomagnetismus spricht noch durch die Leichtigkeit des Versuchs an. Dem wandelnden Spectrum Morichini's wird hier der sonnenbeschienene Raum substituirt, der Linse wird das mühselige Bestreichen genommen und eine einfache Bestrahlung dafür gesetzt, und wenn auch die geringe Mühe eines guten Polirens hinzukommt, so wird diese durch eine sehr genaue Anleitung erleichtert. Wie diese Versuche dem Sommerville'schen Experiment (Bedecken der Hälfte der zu magnetisirenden Nadel) *ihr* Daseyn verdanken, so haben sie auch ihr Schicksal geerbt, unwiederholt zu bleiben. Uns ist nur *eine* Stelle bekannt, die eine Wiederholung muthmafsen läfst *). Der Magnetismus der Sonne blieb hier noch nicht abgeschlossen, indem ihn Watt in der letzten Zeit zu einer allgemeinen attractiven und repulsiven Thätigkeit des Lichts steigerte **).

Wenden wir uns von der Betrachtung der Thatsachen zu den Urtheilen der Physiker darüber, so bietet sich uns die sonderbarste Stufenleiter von der unbedingtesten Annahme bis zum verwerfenden Stillschweigen hinab dar. Die Magnetisirung durch Licht gehört in einigen Compendien unter die Ueberschriften, in andern wird sie zweifelnd erwähnt, in noch andern ganz übergangen. Wird sie anerkannt, so räumt man ihr nicht die Wich-

*) Müller in Kastn. Arch. XV. S. 180.

**) *Edingb. phil. journ. IX. p.* 122.

tigkeit ein, die ihr nach unserer Ansicht durchaus gebühren würde; verschweigt man sie, so werden uns die Gründe vorenthalten, warum diefs geschehn. Nichtsdestoweniger erheben sich auf dem schwankenden Grunde schon hier und da umfassende Theorieen, und bei einer kürzlich angestellten Untersuchung über die Quelle des Erdmagnetismus wird die magnetisirende Eigenschaft des Lichts nicht nur erwähnt, sondern als entscheidendes Gewicht in die Wagschale gelegt. Eine solche Unentschiedenheit kann die Physik weder dulden, noch darf sie hoffen, sie durch theoretische Gründe gehoben zu sehn. Wenn wir daher, sie zu heben, den mühseligen, aber sichern Weg des Experiments eingeschlagen haben, wenn wir partheilos die Frage zu lösen suchten, ob die Morichini'schen und Baumgartner'schen Versuche in eine auf Thatsachen gestützte Naturlehre aufgenommen werden dürfen, so glauben wir weder eine nicht zeitgemäfse, noch eine überflüssige Arbeit auf uns genommen zu haben. Dafs es uns nur zu thun gewesen, die Wahrheit zu ermitteln, möge man daraus ersehn, dafs wir verschmähten, neue Complicationen zu ersinnen, oder in solche einzugehn, wie die Magnetisirung in Mondschein oder die neunzehnpolige Nadel Baumgartner's darbietet. Wir verwandten eine nicht geringe Zeit zu diesen, freilich nur ein negatives Resultat gebenden Untersuchungen, weil wir glaubten, dafs das Alter, auch eines Irrthums, Rücksicht verdiene, und dafs eine Entdeckung, die noch in ihrem siebzehnten Jahre eine Widerlegung *erlaubt* und *bedarf*, eine solche nicht in wenigen Versuchen finden könne.

Morichini's Versuche.

Ehe wir an die Versuche selbst gehen, glauben wir einige Augenblicke bei den magnetoskopischen Methoden verweilen zu müssen, deren sich Morichini und seine Nachfolger bedienten. Diese Methoden ziehn dreierlei

zur Betrachtung: 1) das Richten der Nadel in den Meridian; 2) ihre abstofsende Kraft auf eine schwingende Magnetnadel; 3) das Anziehen von Eisenfeilicht. — In sofern sie nur bestimmt sind, Magnetismus von der *gröfsten*, *anhaltendsten Wirksamkeit* *), den Morichini durch das Licht hervorbrachte, anzuzeigen, so konnten sie wohl als brauchbar angenommen werden; in sofern sie aber auch dazu dienen sollten, den primitiven, unmagnetischen, oder doch nur schwachen Zustand der Nadel anzugeben und bei minder glücklichen Versuchen angewandt zu werden, so mufste erst ihre Anwendbarkeit geprüft werden.

Ist die Aussage irgend einer Probe auf Magnetismus unzweideutig, so ist es die der zuerst genannten. Richtet sich eine sorgfältig aufgehängte Nadel in den Meridian, so ist es leicht, sich zu überzeugen, ob hier Magnetismus oder zufällige mechanische Ursachen im Spiel sind. Eine Drehung des Apparats, eine leichte Erschütterung ist hinreichend, vor Täuschung zu bewahren. Aber ein Umstand anderer Art hindert die Anwendung, die Morichini von dieser Probe gemacht hat. Wenn derselbe das Richten der Nadel in den Meridian den Nullpunkt der Scale der magnetischen Erscheinungen nennt, so glauben wir, dafs es wenig Nadeln giebt, die nicht diesen Punkt erreicht hätten. Wir haben unter mehrern hundert wohlgeglühten Nadeln, die wir am Coconfaden aufhängten, nur 2 oder 3 gefunden, die nicht in wenigen Minuten ein deutliches Streben nach dem Meridian gezeigt hätten, und selbst bei diesen sind wir geneigt, zufällige Eigenschaften (geringe Masse z. B.) als hindernd anzusehn. Es wäre durchaus unbegreiflich, wie Morichini bei 45 Nadeln keine Richtkraft bemerkte, wenn er nicht erwähnt hätte, dafs er sie auf Spitzen schweben liefs. In diesem Falle kann die Richtkraft leicht durch die Reibung oder durch zufällige Umstände gehindert wer-

*) Kastn. Arch. VIII. S. 111.

den, sich zu zeigen, und es kann geschehn, dafs sie später, wenn die Hindernisse, die die Bewegung der Nadel hemmen, zufällig gehoben werden, hervortritt. So sehen wir bei Configliachi Nadeln sich unterschiedlich nach 10 Minuten, 12 Stunden, 10 Tagen in den Meridian stellen, eine Erscheinung, die man nicht mit ihm dem Erdmagnetismus zuzuschreiben braucht *).

Dieser Unregelmäfsigkeit entgeht man durch Aufhängung der Nadel an einem Coconfaden, und man hat nur noch das mehr oder minder lebhafte Einstellen derselben in den Meridian durch die Dauer der Schwingungen allgemein verständlich anzugeben, um einen genügenden Ausdruck ihrer Intensität zu haben.

Können wir also diese erste Methode, mit der nöthigen Vorsicht angewandt, eine zuverlässige nennen, so ist diefs mit der zweiten, die nach dem Abstofsen einer Magnetnadel durch die zu prüfende Nadel den Magnetismus der letztern für dargethan ansieht, durchaus nicht der Fall. Eine freibewegliche Magnetnadel wird nicht nothwendig durch den, einem ihrer Pole dargebotenen gleichnamigen einer andern Nadel abgestofsen. Diese Abstofsung, auf die allein hier Gewicht gelegt wird, geht vielmehr in Anziehung über, wenn die bewegliche Nadel Kraft besitzt (und diese Kraft ist eine Function des Unterschiedes der Intensitäten und der Massen beider Nadeln) den Magnetismus der feststehenden zu überwinden. Wäre diesem Uebelstand auch durch eine Vorrichtung, die die zu prüfende Nadel immer in *einer* Entfernung hielte, abzuhelfen und der Prüfung wenigstens eine relative Zweckmäfsigkeit zuzugestehn, so tritt doch noch ein neuer, durchgreifender hinzu. Jede Nadel, sie sey von weichem Eisen, von weichem Stahl oder von gehärtetem, ist der augenblicklichen Einwirkung des Erdmagnetismus unterworfen, und erhält, je nach ihrer Lage, in derselben Stelle den einen oder den andern Pol. Da-

*) Gilb. Ann. XLVI. S. 339.

mit eine Nadel in jeder Lage ihren eignen Magnetismus festhalte, mufs sie schon einen bedeutenden Grad von Magnetismus besitzen. Es ist daher, um Täuschung zu entfernen, nöthig, die Nadeln immer ein und dieselbe Richtung gegen die Cardinalpunkte beobachten zu lassen, und wenn man auch annehmen mufs, dafs den Bestätigern des Photomagnetismus jene Thatsachen nicht unbekannt gewesen seyen, so findet sich doch nirgends eine Andeutung vor, dafs diese Vorsichtsmafsregeln beobachtet worden.

Es ist fast überflüssig, die dritte Methode, das Anziehen von Eisenfeilicht betrachtend, hier zu erwähnen. Sie hat aufser dem ihr eigenen Mangel, wenig bestimmte Resultate zu liefern, auch noch alle Mängel der vorigen. Es giebt wenig Nadeln, denen man nicht Anziehung einiger Eisenpartikeln abzwingen kann, und man kann diese vermehren, wenn man die Nadel perpendiculär in das Gefäfs steckt. —

Als wir im Spätsommer 1828 mit eben so grofsen Erwartungen als geringen Apparaten die Morichini'schen Versuche anstellten, boten sich uns die seltsamsten Resultate dar. Erhielten wir auch niemals Nadeln, die zur »Armirung von Boussolen« gebraucht werden konnten, so fanden sich doch grofse Verstärkungen, grofse Schwächungen, gänzliche Umkehrung der Pole so häufig, dafs wir sie entweder einer noch nicht als gesetzmäfsig erkannten Wirkung des violetten Lichts, oder unserer geringen Sorgfalt zuschreiben mufsten. Da sich die letztere Muthmafsung durch unsre in diesem Jahre angestellten Versuche bestätigte, so unterdrücken wir jene Resultate. Sie führten uns indefs auf die Nothwendigkeit, Vorsichtsmafsregeln anzuwenden, die wir allen, die mit Nadeln von geringer magnetischer Intensität arbeiten wollen, nicht genug anempfehlen zu müssen glauben.

Besitzen die Nadeln, die man anwenden will, schon einen beträchtlichen Grad von Magnetismus, den man

ihnen durch Erhitzung nimmt, so dürfen sie nicht gleich nach dem Glühen gebraucht werden, da der zurückbleibende Magnetismus gewöhnlich erst nach mehreren Schwankungen zu einem festen Stande kommt. Solche Nadeln müssen sorgfältig aufbewahrt und mehrere Tage hinter einander untersucht werden, bis man gewiſs wird, daſs sich ihr magnetischer Zustand nicht mehr bedeutend ändert. Auf gleiche Weise muſs man mit Nadeln verfahren, die durch Berührung mit einem Magneten, oder durch einen heftigen Stoſs eine plötzliche Aenderung ihres Magnetismus erfahren haben. Zu diesem festen Stande kommen indeſs nicht alle Nadeln gleich schnell, im Allgemeinen die von englischem Stahl sehr bald, die von gewöhnlichem (eingelegten) Stahl schwerer, und die von weichem Eisen (in sofern sie schwach magnetisch sind) gar nicht.

Letztere sind für den Erdmagnetismus so empfänglich, daſs wir sie nicht selten in zwei entgegengesetzten Lagen schwingen lassen konnten. Auſserdem sind sie der Wirkung der geringsten Erschütterung so unterworfen, daſs wir oft bei kurz hinter einander angestellten Prüfungen einer Nadel sehr verschiedene Resultate erhielten. Obgleich wir uns hinlänglich überzeugt haben, daſs Eisennadeln durch das violette Licht keinen Magnetismus annehmen, so führen wir doch die von ihnen erhaltenen Resultate nicht mit an, weil wir die ihnen eigenthümlichen Unregelmäſsigkeiten immer wieder mit zur Sprache bringen müſsten.

Aber auch bei Anwendung von Stahl (des deutschen, zu Stricknadeln u. s. w. verbrauchten, besonders) muſs man gewärtig seyn, manche Nadeln als unbrauchbar verwerfen zu müssen, und auch von den besten Nadeln wird man nur nach der gröſsten Sorgfalt in der Behandlung genaue Resultate erwarten dürfen.

Die Nadeln, die wir zu den Versuchen wählten, bestimmten wir in Rücksicht ihrer magnetischen Intensität,

indem wir sie an einem Coconfaden schwingen liefsen, und die Zeit mehrerer Schwingungen, von ihrem Durchgange durch den Meridian an gerechnet, mafsen, wobei die jedesmaligen Elongationen der Nadel genau bemerkt wurden. Letzteres war zur Reduction der Schwingungszeit auf eine bestimmte Elongation nothwendig, die bei schwachen Nadeln, bei denen die Amplituden sehr schnell abnehmen, nicht zu vermeiden ist, wenn man vergleichbare Resultate erhalten will. Wir erlaubten uns nicht, die Ablenkung der Nadel durch einen Magnet zu bewirken, sondern bedienten uns dazu eines Kupferhakens, der sich mit leichter Bewegung löste, und die Nadel auf einem bestimmten Punkt festhielt. Wir werden in der Folge die Zeit von *einer* Schwingung angeben, die aus der Beobachtung mehrerer Schwingungen abgeleitet wurde, deren wir jedoch, um das Experiment nicht auf die Spitze zu stellen, niemals zu viele nahmen. — Fanden wir, aller dieser Vorsichtsmafsregeln ungeachtet, doch nicht immer den Zustand der Nadel nach dem Versuche völlig ungeändert, so schreiben wir die geringe Aenderung theils dem in einem Gebäude nicht zu hindernden, bei der Bestimmung schwacher Nadeln aber sehr störenden, Schwanken des Gebäudes, theils den Erschütterungen zu, vor denen wir die Nadel nicht immer bewahren konnten. Sollte Jemand diese Erklärung willkührlich nennen, so mag er jene kleinen Schwankungen als Belege zu der bestimmten und intensiven Magnetisirung, die am stärksten der Magnet und nach diesem der violette Strahl erzeugt *), von uns entlehnen.

Wir werden unsere Versuche in mehrere Abtheilungen bringen, und hierdurch eine klare Uebersicht zu geben suchen. Morichini arbeitete mit directem Sonnenlicht im finstern Zimmer, und fand die Lage der Nadel am günstigsten in der nur die eine Hälfte derselben vom

*) Morichini in Kastn. Arch. VIII. S. 112.

violetten Licht beschienen wurde, die Spitze dieser Nadel aber nach Norden lag. Wir wiederholten diese Versuche, indem wir das einfallende Sonnenlicht durch ein horizontales, mit der Axe auf diesem senkrecht stehendes Prisma brachen, und das Spectrum nahe in der Lage, in der es im Minimum der Ablenkung erscheint, auf einem 3 bis 4 Fuſs entfernten Schirm aufhingen, der ziemlich parallel mit dem Prisma erhalten wurde. Die auf diesem Schirm befestigte Nadel zeigte mit ihrem vom violett beschienenen Nordende anfangs nach Norden und rückte bei fortschreitendem Steigen der Sonne nach Osten zu, so daſs sie gegen Mittag von Osten nach Westen zu liegen kam. Das Brennglas, dessen Anwendung Morichini nicht für unbedingt nothwendig angiebt, wurde hier noch nicht gebraucht. Die Prismen wählten wir von verschiedener Substanz, die Nadeln von gewöhnlichem oder von englischem Stahl, cylindrisch, 1½ bis 2 Zoll lang, 0″,03 bis 0″,04 dick und von nicht gröſserm Gewicht, als wir dem Coconfaden bieten durften. Gar zu leichte Nadeln wurden nicht genommen, da diese den Faden nicht hinlänglich spannten. Jedes Spectrum erhielt nur *eine* Nadel; mit ihr auf denselben Schirm wurde unter gleichen Umständen eine ähnliche Nadel gelegt, und zwar in's Dunkle, um die Aenderungen anzugeben, die die Erschütterungen des Schirms hervorbrachten. Wir werden diese Nadeln mit kleinen Buchstaben bezeichnen und nur *da* mit aufführen, wo die Haupt-Nadel eine Aenderung zeigte. Obgleich wir zu Anfang und zu Ende der Versuche die meteorologischen Instrumente beobachteten, so geben wir, um Raum zu sparen, die Resultate nicht, da diese leicht für den hiesigen Ort zu ermitteln sind. An den gewählten Tagen war die Sonne meist durchaus klar und die Luft trocken.

Tag d. Vers.	Nadel.	Zeit v. 1 Oscil. vorher.	Dauer d. Vers.	Zeit v. 1 Oscil. nachher.
24. März	1.	43",0	8½ —11½	44"
	2.	32 ,5	- - -	34
28. -	3.	26 ,5	8^h —11	25
	4.	24 ,0	- - -	23 ,5
27. April	5.	23 ,5	8 —9	20 ,5
	a.	21 ,5	- - -	22
5. Mai	6.	23 ,5	9^h 8'—11^h 14'	23, 0
	a.	21 ,7	- - -	23
	7.	45 ,4	- - -	46
	b.	20 ,7	- - -	19 ,5
6. Mai	8.	31 ,2	8½ —10	31 ,0
	9.	35 ,2	- - -	36 ,0
20. -	10.	26 ,2	8^h 35'—11^h 38'	25 ,5
	11.	19	- - -	19 ,6
	c.	24	- - -	24 ,5
21. -	10.	24	10½ —11½	24 ,4
11. Juli	10.	22 ,4	8½ —10¾	22
10. August	12.	17 ,2	9 —12¾	17, 2

Um das Rücken des Schirms zu vermeiden, wurde das einfallende Sonnenlicht mittelst eines Heliostaten in die Richtung des Meridians geworfen, und so ein feststehendes, von Ost nach West gerichtetes Spectrum erhalten. Das Zimmer war dunkel, die Nadeln von dem Maafs der vorigen.

Tag d. Vers.	Nadel.	Zeit von 1 Oscil. vorher.	Dauer d. Vers.	Zeit von 1 Oscil. nachher.	Bemerkungen.
3. April	1.	22",0	10½—12	22",0	Nordpol d. Nadel nach O.
	2.	32	- -	33	N. nach W.
27. -	3.	27 ,5	9½—11	27 ,5	N. nach W.
	4.	14 ,5	- -	14 ,5	N. nach O.

Obgleich diese Versuche sich durch ihre Bequemlichkeit empfehlen, so standen wir doch an, sie zu häufen, weil hier ein reflectirtes statt des directen wirkte.

Hatten wir bisher das Spectrum in der fixirten Lage gebraucht, wo der violette Saum bei der erwähnten Entfernung des Schirms (3'—4') noch sehr schmal ist, so mufsten wir zum Behufe des Streichens eine andere Lage desselben wählen, die die Farben ausgedehnter, aber weniger intensiv erscheinen läfst. Wir gebrauchten eine Linse von 1,2 Zoll Oeffnung und 2",3 Brennweite, und handhabten diese so, dafs sich ein kleiner blauer Kreis von der Mitte der Nadel nach der Spitze hin langsam fortbewegte. Die Nadeln wurden hier, wie immer, nur mit ihrer Nordhälfte dem Violett ausgesetzt.

Tag d. Vers.	Nadel.	Zeit ein. Schw. vorher.	Dauer d. Vers.	Zeit einer Schw. nachh	Bemerkungen.
9. Apr.	1.	18",5	10 —11½	17"	
27. -	2.	27 ,5	9½—11	27 ,5	N. gegen W.
12. Jun.	3.	17 ,4	8½—12h 8'	19	N. g. W. 200 Striche
2. Jul.	4.	22 ,4	9¾—11¾	20 ,2	N. g. O. 250 Striche
11. -	5.	22 ,2	8½—10¾	22 ,4	N. g. O. 100 Striche

Hatte schon Morichini bei seinen Versuchen die dunkle Kammer nicht geradezu als nothwendige Bedingung hervorgehoben, so bezeichnet sie die Mrs. Sommerville vollends als überflüssig. Wir verfinsterten daher bei den folgenden Versuchen das Zimmer nur mäfsig, und steckten die Nadeln mit ihrer Südhälfte in Papierhülsen, die, mittelst einer Schlinge an den Schirm befestigt, den Vortheil gewährten, dafs man die Nadeln, vor dem jedesmaligen Fortrücken des Schirms, leicht abnehmen konnte. Da wir ferner in Morichini's Arbeit nichts über die äufsere Beschaffenheit seiner Nadeln fanden, so hatten wir, durch den Gedanken geleitet, dafs die matten Flächen die Farben annehmen, die polirten hingegen sie zurückweisen, unsere Nadeln in dem oxydirten Zustande gelassen, in den das Glühen sie versetzt hatte. Mrs. Sommerville hingegen wendet nicht allein die engli-

schen Nähnadeln geglüht und ungeglüht an, sondern sie äufsert auch bei Gelegenheit der Versuche mit Uhrfedern, dafs diese ihrer blauen Farbe wegen besonders geeignet seyen, Magnetismus durch's violette Licht anzunehmen. Hierdurch veranlafst, suchten wir uns Nadeln zu verschaffen, die mit ihrer natürlichen Politur anwendbar waren, oder polirten sie nach dem Glühen. Obgleich die Masse unserer Nadeln, wie schon unsere Untersuchungsmethode am einfachen Coconfaden hinlänglich bezeugt, durchaus nicht bedeutend waren, so suchten wir sie bei einigen doch noch dadurch zu vermindern, dafs wir sie nach den Enden zu dünner schliffen und in Spitzen endigen liefsen. Wir erhielten hierdurch den durch Mrs. Sommerville hervorgehobenen Vortheil, dafs das Licht auf eine geringe Masse wirkte, ohne den Nachtheil zu haben, den gar zu dünne Nadeln der Regelmäfsigkeit der Schwingungen bringen. Die Nadeln, die in der folgenden Tabelle nicht weiter bezeichnet sind, sind cylindrisch und nicht über $2\frac{1}{2}$ Zoll lang.

Tag d. Vers.	Nadel.	Zeit 1ᵉ Osc. vorher.	Dauer d. Vers.	Zeit 1 Osc. nachh.	Bemerkungen.
11. Juni	1.	15	$10^h - 12\frac{1}{2}$	16″	geglüht. polirt. Uhrf N. gegen W.
	2.	16″,7	- -	16	N. geg. O.
12. -	3.	16 ,7	$8\frac{1}{2} - 12^h$ 8′	20 ,0	gegl. Uhrf. 200 Str.
	a.	17 ,2	- -	18 ,5	
14. -	4.	15 ,2	9—12	15 ,7	N. gegen W.
	5.	17 ,0	- -	16 ,0	N. gegen W.
15. -	6.	16 ,7	$9\frac{1}{4} - 12$	16 ,5	N. gegen W.
	7.	20 ,2	- -	20 ,2	N. gegen O.
	8.	20 ,7	- -	22 ,0	N. g. O. 100 Striche
16. -	9.	22 ,0	$9\frac{3}{4} - 11\frac{3}{4}$	22 ,0	N. g. O. 200 Striche engl. Stahl m. Spitz.
17. -	9.	22 ,7	$8\frac{3}{4} - 11\frac{3}{4}$	22 ,5	N. gegen W.
	8.	20 ,5	- -	20 ,2	N. g. O. m. Spitzen 500 Striche.
22. -	10.	18	$8\frac{3}{4} - 11\frac{1}{2}$	17 ,5	mit Spitz. 100 Str.

11.

Tag d. Vers.	Nadel.	Zeit 1 Osc. vorher.	Dauer d. Vers.	Zeit 1 Osc. nachh.	Bemerkungen.
22. Juni	11.	17",2	8¾—11½	17",7	mit Spitzen.
23. -	12.	18 ,2	9 —10¾'	18 ,2	N. nach NO.
	10.	18 ,2	- -	18 ,2	N. gegen O.
1. Juli	9.	23	9¼—12¼	23	N. gegen O.
	8.	19 ,5	- -	19 ,5	N. gegen O.
11. -	9.	22 ,4	8½—10¾	22 ,2	N. geg. O. 200 Str.
	13.	22 ,7	- -	22 ,5	N. geg. O. 100 Str.
25. -	9.	19 ,5	9¼—11	19 ,2	N. geg. O. 200 Str.
10. Aug.	9.	22 ,0	9 —12	22 ,2	N. geg. W. 525 Str.
	14.	20 ,2	- -	20 ,0	N. gegen O.
12. -	9.	22 ,2	9 —11^h 35	22 ,2	N. geg. O. 200 Str.
	15.	17 ,0	- -	16 ,7	N. geg. O. 100 Str.

Wir machen auf (9) aufmerksam, eine Nadel mit dünngeschliffenen Enden, die, nachdem sie 17½ Stunden dem violetten Licht ausgesetzt gewesen und 1325 Striche erhalten hatte, keine Spur von Zunahme an Magnetismus zeigte, während Morichini nur 15, 20 höchstens 30 Minuten brauchte, um einen vollständigen und starken Magnetismus hervorzubringen *). Ungeachtet Morichini niemals von einem vorübergehenden Magnetismus spricht, den der violette Strahl errege, und seine Nadeln ohne Nachtheil das Verschicken vertrugen, so hat doch Mrs. Sommerville gefunden, dafs bei vorgerückter Jahreszeit Magnetismus zwar durch das Licht erregt werde, aber nach kurzer Zeit wieder verschwinde. Es war daher nicht unwichtig zu untersuchen, ob sich vielleicht in der Zeit, da die Nadel dem Einflufs des violetten Lichts ausgesetzt blieb, eine Zunahme von Magnetismus zeigen würde, zu welchem Ende wir folgende Versuche anstellten.

Am 22. Mai um 10¼ Uhr wurde eine Boussole mit einer 4",5 langen, empfindlichen Nadel, 1½ Fufs hinter einem Prisma aufgestellt, und gefunden, dafs sie zu 12 Oscillationen von 40° an, 52",2 gebrauchte. Es wurde

*) Kastn. VIII. S. 114.

eine 3″ lange und 0″,2 breite, geglühte Uhrfeder horizontal vor dem Südpole der Magnetnadel so befestigt, daſs ihr östliches Ende, dicht am Gehäuse, 5° von diesem abstand. Der Südpol der Nadel wich 1° westlich ab, und die Nadel brauchte nun zu 12 Oscillationen 49″,5. Das Zimmer wurde hierauf verfinstert, das äuſserste Violett des Spectrums auf die der Boussole zunächst liegende Hälfte der Feder geleitet, und mittelst des Heliostaten festgehalten. Folgendes sind die Resultate:

Zeit.	Dauer von 12 Osc. ohne Uhrfeder.	Dauer von 12 Osc. mit Uhrfeder.	Abweich. des Südpols	Bemerkungen.
10¼	52″,2	49″,5	1° w.	die Feder erhält 200 Str.
11	—	49 ,5	1 w.	erhält 100 Striche.
$11^h 40'$	—	49 ,5	1 w.	
$12^h 10'$	52 ,2	49 ,5	1 w.	

Am 23. Mai wurde eine 2″ lange, in einem kleinen Glascylinder aufgehängte Magnetnadel, 1¼ Fuſs hinter das Prisma gestellt. Sie machte bei 30° Elongation 40 Oscillationen in 74″,0. Vor ihrem Südpol befestigten wir in der Entfernung von etwa ¼″ vertical eine kleine 2″ lange cylindrische Nadel (14 der letzten Tabelle), so daſs der nach unten stehende Nordpol der festen Nadel dem Südpol der beweglichen zunächst lag. Letztere machte jetzt 40 Oscillationen in 67″,5. Das Zimmer wurde verfinstert, und das Violett des Spectrums mittelst des Heliostaten auf der untern Hälfte der Nadel festgehalten.

Zeit	Dauer v. 40 Oscil. ohne Nadel.	Dauer v. 40 Oscil. mit Nadel.
$10^h 35'$	74″,0	67″,5
$11^h 30'$	—	67 ,5
$12^h 12'$	74 ,0	67 ,0

Ein ähnlicher Versuch wurde am 1. Juli angestellt. Eine Nadel, die 1 Oscillation in 44″,5 machte, ward ver-

tical an einen Schirm befestigt, so dafs ihr nach unten stehender Nordpol unbedeckt blieb. Dicht vor diesem schwang der Südpol einer kleinen Nadel im Glascylinder indefs das Violett des unbeweglichen Spectrums auf ihn gerichtet blieb.

Zeit.	Dauer v. 30 Oscillat. ohne Nadel.	Dauer von 30 Oscillat. mit Nadel.
10¼	50",2	48",7
11h 3'	—	48 ,7
12h	50 ,2	48 ,7

Es kann bemerkt werden, dafs in beiden letzterwähnten Versuchen die Umstände sehr günstig für die Magnetisirung durch Licht gestellt waren, da sowohl die nach unten gerichtete Lage, als auch die Nähe des starken Südpols der schwingenden Nadel den Nordpol der vom Violett beschienenen geneigt machte, jede gebotene Verstärkung anzunehmen.

Einige wenige Versuche wurden angestellt, um die von Morichini in seiner ersten Arbeit behauptete Demagnetisirung des Stahls durch das rothe Licht zu prüfen, aber nur negative Resultate erhalten, deren numerische Werthe wir hier zurückhalten, da Morichini und seine Nachfolger die Sache selbst scheinen fallen gelassen zu haben. Die Unwirksamkeit des Mond- und Kerzenlichts, wie auch der blauen, rothen und grünen Farben des Spectrums fanden wir schon von unsern Vorgängern erwiesen. Was die dunkeln Strahlen betrifft, so ist zu bemerken, dafs obgleich wir unsere Nadeln immer in den äufsersten Rand des Violett legten, sie doch sehr bald durch das Steigen der Sonne in jenen Raum zu liegen kamen, dem Morichini, als den chemischen Strahlen zugehörig, nicht mindere Kraft zu magnetisiren zuschreibt, als dem Violett selbst. — Ueber die Wirkung violetter Gläser und Bänder Erfahrungen zu sammeln, haben wir nicht für nöthig gehalten.

Baumgartner's Versuche.

Hr. Baumgartner führt in seinem Aufsatze: über Magnetisirung des Eisens durch Licht *), einundzwanzig verschiedentlich polirte Stahlstücke auf, bei welchen es ihm gelang, durch sehr kurze Einwirkung des concentrirten, oder durch längere des directen Sonnenlichts, die polirten Stellen stark nordpolar, die matten hingegen nicht minder stark südpolar zu erhalten. Die Methode, durch die er sich von dem magnetischen Zustande jeder Stelle überzeugte, ist wenig von der oben besprochenen zweiten verschieden, indem derselbe aus dem Abstoſsen oder Anziehen, den diese Stellen an dem Pole einer, aus zweien gleich stark magnetisirten Stücken einer Uhrfeder verfertigten, astatischen Nadel hervorbrachten, geschlossen wurde. Eine solche, mit gehöriger Sorgfalt verfertigte Prüfungsnadel besitzt, da sie an beiden Enden gleichnamige Pole hat, sehr wenig Richtkraft, und wird daher jene erwähnten Wirkungen des Erdmagnetismus auf eine schwach magnetische Nadel, bei weitem auffallender zeigen, als eine einfache Compaſsnadel. — Hr. Baumgartner fand bei seinen $\frac{1}{3}'''$ dicken und 3'' langen, zur Hälfte polirten Nadeln, das polirte Ende gewöhnlich schon nordpolar, ehe er sie dem Versuche unterwarf; eine Beobachtung, die wir bestätigt, und, wie er, anfangs unerklärlich fanden. Bald aber zeigte sich, daſs wir die Nadeln beim Poliren, der Gewohnheit nach, stets zum nördlich gelegenen Fenster gekehrt und etwas gesenkt, den Erdmagnetismus also zufällig in's Spiel gezogen hatten. Eine nach Süden gerichtete und etwas erhobene Lage eines Endes beim Poliren gab diesem unfehlbar Südpolarität, so daſs es in unserem Belieben stand, den einen oder den andern Pol durch Poliren zu erhalten. Unsere Untersuchungsmethode machte es uns wünschenswerth, daſs die Nadel einen schwachen, aber bestimmten Grad von

*) Dess. Zeitschr. I. S. 263 — 282.

Magnetismus ursprünglich besafs. Es mufs aber hier wiederum bemerkt werden, dafs dieser bestimmte Grad sich erst nach einigen Tagen nach dem Poliren einfindet, und dafs daher die Nadeln erst nach mehrtägigen wiederholten Prüfungen zu Versuchen gebraucht werden dürfen.

Da wir bei dem Beginn unserer Arbeit begierig waren, den Zustand einzelner Punkte der Nadel, den uns die Methode der Schwingungen nicht gab, kennen zu lernen, so wandten wir die zu diesem Zweck gebräuchliche an. In einer feststehenden hölzernen Säule wurde eine verticale, zur Aufnahme der zu prüfenden Nadel bestimmte Rinne geschnitten, und vor ihr ein messingenes, mit einer genauen Eintheilung versehenes Prisma unbeweglich vertical befestigt. Längs diesem Prisma konnte ein Arm mit einer Messingplatte, die einen Glascylinder mit einer am Coconfaden aufgehängten Magnetnadel trug, leicht verschoben, und mittelst einer Klemmschraube an jeder Stelle befestigt werden. Auf dem Cylinder waren mehrere Striche verzeichnet, die die Elongation anzeigten, von der die Nadel an beobachtet wurde. Diese bestand aus einem 1″,8 langen und 0″,14 breiten Stück einer Uhrfeder, und brauchte zu 30 Oscillationen 51″,6. Das Nordende der ruhenden Nadel war von der Rinne 0″,25 entfernt, und stand, wenn der Vernier des Arms 0 zeigte, 0″,1 über dem Anfang der Rinne. Die zu untersuchenden Nadeln wurden immer auf dieselbe Weise in die Rinne gelegt; sie hatten 0″,04 Dicke und 3″ bis 3″,4 Länge, die dunkeln und die hellen Stellen hatten auf derselben Nadel ungefähr gleiche Ausdehnung.

Tag.	Nadel	Vernier.	Beschaffenheit d. Stelle.	Zeit v. 30 Osc. d. kl. Nadel.		Bemerkungen.
				vorh.	nachh.	
12. Juni	I.	0″,0	pol.	52″,2	52″,2	9^h—$1\frac{3}{4}$ im Sonnen
		1 ,0	pol.	50 ,4	50 ,0	
		2 ,0	dunk.	49 ,2	49 ,0	
		2 ,66	dunk.	48 ,0	47 ,6	
	II.	0 ,0	pol.	54 ,0	53 ,8	$9\frac{1}{4}$—$1\frac{3}{4}$ im Sonnen
		1 ,16	dunk.	49 ,6	49 ,6	
		2 ,33	pol.	48 ,8	48 ,8	
13. Juni	III.	0 ,13	pol.	54 ,0	54 ,4	$8\frac{3}{4}$—$12\frac{1}{4}$
		1 ,23	dunk.	49 ,6	49 ,6	
		2 ,39	dunk.	47 ,6	47 ,6	
	IV.	0 ,15	pol.	53 ,6	53 ,6	9^h 5′—$12\frac{1}{4}$
		1 ,25	dunk.	49 ,6	50 ,0	
		2 ,52	pol.	46 ,4	46 ,4	
23. Juni	V.	0 ,25	pol.	54 ,4	54 ,0	8^h 25′—1^h 13′
		1 ,88	dunk.	47 ,2	47 ,0	
		3 ,30	pol.	49 ,6	49 ,6	
	VI.	0 ,25	pol.	51 ,6	51 ,6	8^h 36′—1^h 13′
		1 ,62	dunk.	49 ,2	50 ,0	
		2 ,93	dunk.	47 ,2	47 ,4	
	VII.	0 ,25	pol.	53 ,2	53 ,2	8^h 47′—1^h 13′
		1 ,62	dunk.	49 ,2	49 ,2	
		0 ,93	dunk.	46 ,0	46 ,0	
24. Juni	VIII.	1 ,25	pol.	53 ,6	53 ,6	8^h 21′—1^h 12′
		2 ,88	dunk.	47 ,2	47 ,6	
		3 ,30	pol.	48 ,4	48 ,0	
	IX.	0 ,25	dunk.	52 ,0	52 ,4	8^h 32′—1^h 12′
		1 ,69	pol.	49 ,6	49 ,6	
		2 ,87	dunk.	48 ,4	48 ,0	
	X.	0 ,25	pol.	53 ,6	53 ,6	8^h 51′—1^h 12′
		1 ,62	dunk.	48 ,8	48 ,4	
		2 ,93	dunk.	45 ,8	46 ,8	
25. Juni	XI.	0 ,14	pol.	50 ,8	50 ,8	8^h 35′—$12\frac{1}{2}^h$
		0 ,25	—	50 ,8	50 ,8	der Brennpunkt
		0 ,35	—	50 ,4	50 ,4	auf das polirt. End
		0 ,85	—	49 ,2	50 ,0	
		1 ,15	—	48 ,8	49 ,0	
		1 ,45	—	49 ,4	49 ,6	
		1 ,75	dunk.	50 ,0	50 ,0	
		2 ,05	—	50 ,4	50 ,4	

Tag.	Nadel	Vernier.	Beschaffenheit d. Stelle.	Zeit v. 300 Osc. d. kl. Nadel.		Bemerkungen.
				vorh.	nachh.	
25. Juni	XI.	2″,35	dunk.	50 0	50″,0	
		2 ,65	—	49 ,2	49 ,2	
		2 ,95	—	48 ,4	48 ,0	
		3 ,09	—	48 ,0	48 ,0	
26. Juni	VII.	0 ,25	pol.	53 ,6	53 ,6	8^h 35′—1½ im Licht.
		1 ,62	dunk.	48 ,8	49 ,2	
		2 ,93	dunk.	46 ,4	46 ,4	
	V.	0 ,25	pol.	54 ,8	54 ,0	8^h 42′—1½
		1 ,88	dunk.	46 ,8	47 ,0	
		3 ,30	pol.	47 ,6	47 ,2	
	VI.	0 ,25	pol.	51 ,6	52 ,0	8^h 50′—1½
		1 ,62	dunk.	49 ,6	49 ,6	
		2 ,93	dunk.	47 ,6	47 ,4	

Nach diesen Versuchen verzichteten wir, Nadeln durch das Licht mit einer grofsen Anzahl von Polen versehn zu erhalten, wir beschränkten uns auf gewöhnliche, zweipolige Nadeln, und verlangten diese verstärkt oder geschwächt zu sehn, je nachdem der Nord- oder der Südpol polirt war. Um solche Nadeln zu prüfen, konnten wir die bisher gebrauchte Methode verlassen und wieder zu den Schwingungen am Coconfaden zurückkehren. Wir wandten zugleich häufig das concentrirte Licht an, indem wir das polirte Ende der Nadel einige Minuten in den erleuchteten Raum, ungefähr ¼ Zoll *vor* dem Brennpunkte einer Linse von 1″,8 Oeffnung und 6″,0 Brennweite brachten. Die hierbei zuweilen statt findende, bedeutende Schwächung der Nadel kommt auf Rechnung der bedeutenden Temperatur, welcher die Linse sie aussetzte, und der wir die Nadel im Sonnenschein dadurch zum Theil entzogen, dafs wir sie auf dem Rande von Glasröhren befestigten. Die Nadeln der folgenden Tabelle waren zur Hälfte polirt.

Tag.	Nadel.	Magnetism. d. polirt. Endes.	Zeit 1 Oscillation vorher.	Zeit 1 Oscillation nachher.	Dauer der Versuche.	Lage des Nordpols.	Bemerkungen.
2. Juli	1.	*n*	35",2	35",0	9¼ —12h	nach W.	10' conc. Licht auf d. pol. E.
	2.	*n*	20 ,7	21 ,0	- - -	- O.	10' c. L.
	3.	*s*	30 ,0	30 ,5	9½ —12	- W.	10' c. L.
11. Juli	4.	*s*	38 ,4	39 ,0	8¼ — 1	- W.	
	5.	*s*	31 ,8	32 ,4	8¾ — 1	- O.	
	6.	*n*	20 ,4	20 ,6	9¼ —12½	- W.	25' c. L.
	7.	*n*	35 ,5	36 ,0	9½ —12	- O.	
15. Juli	8.		28 ,6	29 ,0	10 — 1h 38'	- O.	häufig Wolken vor d. Sonne
	9.	*n*	26 ,2	26 ,2	9½ — 1½	- W.	10' c. L.
	7.	*n*	34 ,0	35 ,0	10 — 1h 38'	- O.	10' c. L.
	10.	*n*	34 ,2	34 ,2	10h 8'— 1½	- O.	10' c. L.
24. Juli	9.	*n*	26 ,2	26 ,0	9 — 1	- W.	
	11.	*n*	47 ,4	46 ,7	9¼ — 1	- O.	10' c. L.
	12.	*n*	36 ,0	35 ,8	9½ — 1	- O.	20' c. L.
25. Juli	12.	*n*	36 ,0	39 ,0	8½ — 1¾	- W.	20' c. L.
	13.	*n*	19 ,2	21 ,0	8½ — 1¾	- W.	10' c. L.
26. Juli	14.	*n*	36 ,0	37 ,0	- - -	- O.	10' c. L.
	15.	*n*	40 ,6	40 ,4	- - -	- W.	10' c. L.
	6.	*n*	20 ,0	20 ,0	- - -	- W.	10' c. L.
	16.	*s*	32 ,6	32 ,6	- - -	- W.	gehärtet.
5. Aug.	17.	*n*	22 ,8	22 ,6	8¾ — 1½	- O.	

Tag.	Nadel.	Magnetism. d. polirt. Endes	Zeit 1 Oscillation vorher.	Zeit 1 Oscillation nachher.	Dauer der Versuche.	Lage des Nordpols.	Bemerkungen.
6. Aug.	17.	*n*	22,8	23,0	9½ — 1½	nach W.	5′ c. L. wolkig.
	18.	*n*	17,6	19,0	- - -	- O.	5′ c. L.
10. Aug.	19.	*n*	38,0	38,4	8¾ —12½	- W.	
	17.	*n*	24,5	24,2	9½ —12½	- O.	
12. Aug.	19.	*n*	36,0	36,0	9¼ — 1½	- W.	
	17.	*n*	24,5	24,5	9¾ —12½	-	3′ c. L.
14. Aug.	17.	*n*	22,6	23,0	9½ —12¾	- W.	3′ c. L.
	20.	*n*	37,6	37,0	- - -	- O.	5′ c. L.
24. Aug.	21.	*n*	28,2	27,6	9 —12	- W.	
	22.	*n*	35,2	35,4	- -	- O.	
26. Aug.	23.	*n*	32,1	32,0	8 —11¾	- W.	
	24.	*n*	32,8	34,0	8 —11½	- O.	5′ c. L.
	25.	*s*	24,4	23,8	8 —11¼	- W.	
27. Aug.	21.	*n*	30,0	31,4	9 —11½	- O.	5′ c. L.
	23.	*n*	31,7	32,0	9½ —11½	- W.	10′ c. L.

Es mufs bemerkt werden, dafs die Aenderung einer Nadel nach Verlauf einiger Tage nicht so grofs war, als sie hier zuweilen erscheint, da wir nur die Schwingungen einer Nadel, die an *demselben* Tage beobachtet waren, auf *dieselbe* Elongation reducirten, welches bei schwachen Intensitäten einen bei weitem gröfsern Unterschied macht, als man bei sehr starken findet. Wir setzten auch ganz unpolirte, stark oxydirte Nadeln dem Sonnenlicht aus, und erhielten ähnliche Resultate wie bei den zur Hälfte polirten.

Um dem weifsen Lichte die günstigste Gelegenheit darzubieten, seine Wirkung zu äufsern, wie auch, um zu sehn, ob während seiner Einwirkung sich eine Verstärkung seines Magnetismus zeige, wurde ein ähnlicher Versuch, wie der oben beim violetten Licht beschriebene, angestellt.

Dicht vor dem Glascylinder wurde eine Nadel (17 der letzten Tabelle) so befestigt, dafs der nach unten gekehrte polirte Nordpol dem Südpol der schwingenden Nadel zunächst stand, und so der Sonne ausgesetzt.

Tag.	Zeit.	Dauer von 30 Osc.		Bemerkungen.
		d. klein. Nadel allein.	vor der andern.	
12. Aug.	$9\frac{3}{4}$	49,5	42,0	
	$10^h 40'$	—	42,0	3' conc. Licht a. Npol
	$10^h 50'$	—	42,0	5' c. L.
	$10^h 25'$	49,5	42,0	

Fassen wir die in diesen Blättern dargelegten Resultate unserer Beobachtungen über die magnetisirende Kraft des Lichtes zusammen, so finden wir, dafs überall, wo wir eine *aufserordentliche* Verstärkung des Magnetismus erwarten konnten, kleine *zufällige* Unregelmäfsigkeiten abgerechnet, *keine* Aenderung desselben statt fand, und wir halten uns hierdurch berechtigt, die Magnetisi-

rungsart **Morichini's** und **Baumgartner's** für gänzlich *unwirksam* zu erklären. Wir nennen die kleinen Verstärkungen und Schwächungen unserer Nadel zufällig, theils weil sie die den schwachen Nadeln eigenthümliche nicht überschritten, theils weil sie so gesetzlos eintraten, dafs auch ein partheiischer Sinn ihnen keine Norm gebende Gültigkeit einräumen kann. Abgesehn davon, dafs man aus ihnen eine Südpolarität des violetten und reflectirten Lichts nicht minder ableiten kann, als die behauptete Nordpolarität, so schieden sie sich nicht einmal dem Tage nach von einander. Wir haben an *demselben* Tage in Nadeln aus *demselben* Drahte den Magnetismus theils unverändert, theils verstärkt, theils geschwächt gefunden, und keiner der vielen schönen und trocknen Tage, die wir zu diesen Untersuchungen verwandten, hat uns ein Resultat geliefert, zu dessen Motivirung wir eine eigenthümliche Kraft des Lichts herbeizuziehn gezwungen waren. — Die in Rede stehende Entdeckung mufs, mehr als irgend eine andere, sich *glänzend* ausweisen, wenn man ihre Existenz nicht gänzlich bezweifeln soll. Dafs diefs alle Bestätiger des Photomagnetismus einsahen, ist aus der ganzen Abfassung ihrer Arbeiten, von der wir schon einige Proben gegeben haben, sichtbar. Morichini stellt zwischen der magnetischen Kraft des violetten Strahls und der des gewöhnlichen Magnets keinen Unterschied auf, als die Zeit, die der erste braucht, seine Wirkung hervorzubringen *), und Baumgartner fand neun seiner Nadeln nach dem Versuche so stark, dafs sie 2—5 Eisenstückchen anzogen **).

Wäre man geneigt, das Gelingen dieser Versuche allein an die in südlichern Breiten gröfsere Reinheit der Atmosphäre zu binden, so spräche nicht nur die unbefriedigte Forderung dagegen, sie, wenn auch mit gerin-

*) Kastn. Arch. VIII. S. 114.

**) Baumg. Zeitschr. I. S. 279.

germ Erfolg unter unserm Himmel wiederholt zu sehn, sondern auch die Arbeit der Mrs. Sommerville.

Wenn es keineswegs unsere Meinung ist, den Einfluſs der Sonne auf den Magnetismus wegzuläugnen, so stimmen wir durchaus in die Behauptung des gelehrten Redacteurs der Annalen für Physik *) ein, daſs dieser Einfluſs sich auf eine eigenthümliche, vielleicht ganz verschiedene Weise zeigen müsse, als auf welche man bisher ihn darzulegen versucht hat.

Obiges war bereits abgeschlossen, als wir einen neuen Aufsatz des Professors Zantedeschi in Pavia lasen **), der nicht nur als Bestätigung der magnetisirenden Eigenschaft des Lichts, sondern seiner Neuheit und seines eigenthümlichen Inhalts wegen, hier eine kurze Erwähnung erhält.

Können wir bei ältern Bestätigungen bemerken, daſs sie das Morichini'sche Experiment stehen lieſsen, und nur dasselbe durch Cautelen beschränkten, so haben wir hier den höchst sonderbaren Fall, daſs Hr. Z. Morichini's Entdeckung bestätigt, indem er dessen Experimente desavouirt.

Nach einer kurzen Einleitung, in der beklagt wird, daſs es den gewandtesten Männern nicht gelungen sey, Morichini's Versuche mit Erfolg zu wiederholen, erhalten wir eigene, nachher zu besprechende Versuche, und dann in vier Nummern die Fälle, in denen nur eine zweideutige, oder gar keine Magnetisirung zu Stande kam. Dieſs war erstens der Fall, wenn unreines (mit Schwefel verbundenes) oder stark gehärtetes Eisen angewandt wurde. Nun aber spricht Morichini ausdrücklich von Stahl, Ridolfi und Mrs. Sommerville brauchten Stahl,

*) Pogg. Ann. IX. S. 508.

**) Ueber den magnetisirenden Einfluſs des violetten Lichtstrahls, Schweigg. Jahrb. LVI. S. 109—116. *Biblioth. univers. XLI. p.* 64—69. (Auch gegenwärt. Bd. dies. Ann. S. 187.)

ztere sogar den gehärteten der englischen Nähnadel und
rfeder. Zweitens wurden bei niedrigen Temperaturen,
e —6, 0, +10 R. nur sehr zweideutige Zeichen von
agnetismus wahrgenommen. Morichini behauptet, dafs
nderung der Temperatur von 0,1 bis 22° R. *nicht den*
ringsten Einflufs auf den Erfolg seiner Versuche aus-
te *), und seine nach Paris an Gay-Lussac geschick-
n Nadeln waren, wie aus der Tabelle sichtlich ist, bei
-3° magnetisirt.

Endlich hatte Morichini das Bestreichen der Na-
l mittelst der Linse als das wirksamste Mittel zum Mag-
tisiren empfohlen, und die Sommerville und Baum-
rtner hatten es angewandt, wogegen Hr. Z. gar keine
Virkung durch dasselbe erhält *). Wir haben also, wie
n sieht, eine Widerlegung der Morichini'schen und
mmerville'schen Versuche vor uns, und es würde
s freuen, unsere negativen Resultate hier bestätigt zu
hn, wenn nicht zugleich die sonderbarsten positiven
sultate ihnen zur Seite ständen. Wenn Morichini
st nach einer halben Stunde, die Sommerville oft
st nach zwei Stunden, d. h. ohne Linse, von dem vio-
ten Licht den gewünschten Erfolg erhielten, so erlangt
. Z. vollständige Magnetisirung nach wenigen Minuten
durch, dafs er nur die äufserste Spitze der Nadel dem
olett aussetzt. Er entwickelt an dem Ende eines 4''
ngen Drahtes in 5 Min. Nordpolarität (1), kehrt die
hr deutlich ausgesprochenen Pole eines andern Drahts
n (3), macht die beiden Enden einer *magnetisirten*
adel in 10 Minuten nordpolar (6) und verwandelt den

) Kastn. Arch. VIII. S. 111.

) Wir verstehn die zweideutige Stelle (Schweigg. S. 114.): „Läfst man den violetten Strahl von der Mitte der Nadel zur Spitze hinstreichen" (*en promenant*), auf die oben bezeichnete Weise. Sollte sie einen andern Sinn haben, so würde Hr. Z. die Anwendung der Linse durch gänzliches Uebergehen verdammen.

Südpol eines stark magnetisirten Drahtes in einen Nordpol (5).

Solche Wunder des violetten Lichtstrahls würde wohl selbst Morichini mit zweifelnden Augen ansehn; wir würden sie unbegreiflich finden, wenn nicht Hr. Zantedeschi überall mit *weichem Eisen* gearbeitet hätte, und ausdrücklich *reines weiches Eisen* zu seinen Versuchen verlangt. Das heifst freilich, eine Lunte in's Stroh werfen und die Entzündung anderweitig erklären. Dafs sich Hrn. Z. eben so wenig, als uns, die *Unregelmäfsigkeiten* des Magnetismus in Eisennadeln *regelmäfsig* zeigten, geht aus der Erwähnung der unvermeidlichen (*inévitables*) Schwierigkeiten, auf die er stiefs, hervor. — Es könnte Hrn. Z. zum Ruhm nachgesagt werden, dafs er wenigstens den Theil der Nadel, den er dem Violett aussetzt, auf ein Minimum beschränkt, und hierdurch den Versuch einzuleiten scheint, das violette Licht künftig ganz aus dem Spiele zu lassen. Wir wollen hier nicht die Unklarheit der Begriffe in Hrn. Z's. Versuch, die Wirkungen des violetten Lichts als eine chemische zu betrachten, aufdecken, wir wollen sein Experiment, in dem sich ihm mittelst des Multiplicators elektrische Strömungen zwischen dem rothen und violetten Strahl deutlich genug zeigten, nicht näher bezeichnen, aber den Wunsch können wir nicht unterdrücken, dafs diese augenscheinlich sehr mangelhafte Arbeit durch die unsere, mit Aufwand von Mühe und Sorgfalt angestellte, eine Erledigung finden möge, und fernern *wissenschaftlichen* Untersuchungen über den in Rede stehenden Gegenstand die Bahn öffne, die man zu betreten, blofsen *Versicherungen* nicht das Recht zugestehn kann.

Nachschrift. Der gelehrte Redacteur dieser Annalen hat uns veranlafst, auch mit dem polarisirten Licht Versuche in Bezug auf dessen magnetisirende Kraft anzustellen, deren Resultate wir hier kürzlich aufführen.

ei den sonstigen bekannten Eigenschaften dieses Lichts
ıd der Axendetermination, die man ihm zuschreibt, er-
elt diese Aufgabe Interesse, und bedurfte einer Erledi-
ıng. Wir polarisirten zu dem Ende am 27. September
ıs Sonnenlicht mittelst des schwarzen Spiegels, und be-
stigten eine zur Hälfte polirte Nadel auf der Ebene des
wöhnlichen zweiten Spiegels. Die Nadel war aus wei-
em Stahl und brauchte 24",5 zu einer Schwingung.
achdem sie eine Stunde in der Reflexionsebene diesem
ichte ausgesetzt und der Brennpunkt der Linse einige
eit auf sie geleitet worden war, fand sich die Zeit einer
scillation =25". Der Spiegel mit der Nadel wurde
erauf um 90° gedreht, und so in die Lage gebracht,
der das polarisirte Licht transmittirt wird. Nach Ver-
uf von 1½ Stunde und mit Anwendung einer Linse fand
ch der magnetische Zustand der Nadel eben so wenig
rändert.

Um die Wirkung des polarisirten blauen und violet-
n Lichts zu prüfen, wurde zur Erlangung eines Spectrum
n hinlänglicher Intensität ein Kalkspathprisma genommen.
s war dieses aus einer natürlichen Fläche des Krystalls
ıd einer unter 60° angeschliffenen gebildet. Zwei Na-
ln aus geglühten schmalen Uhrfedern, 2½ Zoll lang,
n denen die eine 20",6 zu einer Schwingung, die an-
re 19",5 bedurfte, wurden am 26. September in die
iden vom directen Sonnenlicht genommenen Spectra
legt, und zwar mit ihrem unbedeckten Nordende in
rschiedenen Lagen gegen die Krystallaxe. Nach zwei
unden war die Zeit einer Oscillation bei beiden Na-
ln 19",5.

Die fortwährende Bewegung der Spectra, die für
e beiden des Kalkspaths noch aufserdem ungleich ist,
vang uns, um die Nadeln vor den Erschütterungen zu
wahren, die von beständiger Raumveränderung nicht
ı trennen sind, den Heliostaten anzuwenden. Die fol-
nde Tabelle enthält die hierher gehörigen Versuche.

Dat.	Nadel.	Zeit 1 Oscill.		Lage geg. die Axe.	Bemerkungen.
		vorh.	nachh.		
Sept.					
27	*a*	19",5	18",5	parallel	lag 2 ^{h} im Violett
	b	18	19 ,5	perpend.	- 2 - - u. erh. 200 Str. mit d. Linse
28.	*a*	19	18 ,5	parallel	- $1\frac{1}{2}$ - - - - 150 - - - -
	b	20 ,2	20	perpend.	- $1\frac{1}{2}$ - - - - 200 - - - -
29.	*a*	18 ,5	18 ,5	parallel	- 2 - - - - 300 - - - -
	c	22 ,2	22	perpend.	- 2 - - - - 200 - - - - Die Nadel *c* hat zwei Spitzen, und ist in einer vorhergehenden Tabelle über die Morichini'schen Versuche mit No. 9. bezeichnet.

III. *Ueber die artesischen Brunnen.*

In einigen Gegenden von Frankreich, England und Nordamerika hilft man dem Mangel an gutem Quellwasser mit vielem Erfolge dadurch ab, daſs man Bohrlöcher bis zu beträchtlicher Tiefe in den Boden hinabführt, worauf dann ein meistens sehr reines Wasser in groſser Fülle zur Oberfläche emporsteigt, ja oft, einem Springbrunnen gleich, in ununterbrochenem Strahle bis zu ansehnlicher Höhe aus dem Boden hervorschieſst. Brunnen der Art nennt man in England *overflowing wells,* und in Frankreich *fontaines jaillissantes, puits forés* oder *puits artésiens.* Der letztere Name verdankt seine Entstehung dem Umstande, daſs es besonders die ehemalige Grafschaft Artois ist, wo man seit langer Zeit eine eben so ausgedehnte als glückliche Anwendung von ihnen macht. Von dort aus sind diese Brunnen auch in andere Theile von Frankreich eingeführt worden, indeſs im Ganzen viel vereinzelter, als man es nach ihrem anerkannten Nutzen und der zu ihrer Anlegung geeigneten Beschaffenheit dieser Gegenden hätte erwarten sollen. Seit ungefähr einem Decennium haben es sich daher mehrere wissenschaftliche Vereine, wie z. B. die

die *Société d'Encouragement pour l'industrie nationale* und die *Société royale et centrale d'agriculture* zur Aufgabe gemacht, die Verbreitung dieser nützlichen Erfindung in Frankreich zu verallgemeinern, und durch die in Folge dieser Bemühungen an's Licht getretenen Verhandlungen und Schriften ist auch bei uns in neuerer Zeit die Aufmerksamkeit auf diesen interessanten und wichtigen Gegenstand hingelenkt worden. Eine kurze Darstellung dessen, was die artesischen Brunnen in wissenschaftlicher Hinsicht Lehrreiches darbieten, wird daher hier nicht am unrechten Orte stehen, zumal dadurch manche irrige Vorstellung über die Entstehungsweise dieser unterirdischen Wässer und die Möglichkeit ihrer Auffindung bei uns vielleicht berichtigt werden möchte.

Die vollständigsten und zuverlässigsten Nachrichten über die artesischen Brunnen verdankt man Hrn. F. Garnier. Sein im J. 1821 von der *Société d'Encouragement* mit einem Preise von 3000 Fr. gekröntes und auf Kosten der französischen Regierung gedrucktes Werk: *De l'art du fontainier sondeur et des puits artésiens*, von welchem seitdem im J. 1826 eine zweite Auflage erschienen ist *), enthält nicht nur eine ausführliche, durch Abbildungen der nöthigen Werkzeuge erläuterte, Anleitung zum Erbohren solcher Brunnen, sondern auch eine so gesunde, auf Thatsachen gegründete, Ansicht von dem Ursprunge der unterirdischen Wassersammlungen in der Grafschaft Artois, dafs man nicht umhin kann, gleiche oder ähnliche Verhältnisse überall vorauszusetzen, wo es bis jetzt geglückt ist, aufsteigende Wässer zu Tage zu fördern. Wir glauben auch deshalb, dafs der Leser, der mit diesem Gegenstand etwa noch ganz unbekannt seyn sollte, nicht besser in denselben eingeführt werden kann, als wenn wir ihm, mit Uebergehung des Techni-

*) Von der ersten Ausgabe ist im J. 1824 zu Wien eine deutsche Uebersetzung von Waldauf v. Waldenstein erschienen.

schen, das Wesentlichste der genannten Schrift kurz mittheilen.

Die Beobachtungen des Hrn Garnier erstrecken sich vorzugsweise auf das Departement du Pas-de-Calais. Der Boden dieses Departements besteht, einiges Urgebirge in der Umgegend von *Boulogne* abgerechnet, wesentlich aus zwei Theilen, aus einem von sehr vielen kleinen Thälern durchschnittenen Kalksteinplateau, welches man das Hochland nennt, und aus aufgeschwemmten Lande, das sich von hier in einer ungeheuren Ebene bis nach Holland und Norddeutschland erstreckt. Der nur dünn mit Dammerde bedeckte Kalkstein ist geschichtet, voller Klüfte und einerlei mit dem, welcher den Boden der Picardie, der Normandie und der Champagne bildet. Die Linie, in welcher er unter das aufgeschwemmte Gebirge einschiefst, läuft in ihrer Hauptrichtung von Südost nach Nordwest, zwischen *Arras* und *Lille* hindurch auf *Calais* zu, von welcher Stadt ein wenig südlich das Cap blanc-nez noch aus diesem Kalkstein besteht.

Bei weitem der gröfste Theil der artesischen Brunnen, die man in diesen Gegenden erbohrt hat, liegt nun nordwärts dieser Linie, da wo die aus Sand- und Thonschichten bestehenden jüngeren Bedeckungen noch keine zu grofse Mächtigkeit erlangt haben, und die Erfahrung hat gelehrt, dafs man nicht eher aufsteigendes Wasser bekommt, als bis man mit dem Bohrer auf diesen Kalkstein gestofsen oder in ihn eingedrungen ist. Nur wenige Brunnen liegen südlich von der genannten Linie, im Kalkgebirge selbst. Die Verhältnisse bei ihnen sind aber ganz dieselben, wie bei den übrigen; sie finden sich nämlich in Thälern des Gebirges, deren Boden mit eben den Massen überschüttet ist, welche die grofse Ebene darbietet; auch hier trifft man nicht eher aufsteigendes Wasser, als bis man eine auf dem Kalkstein liegende wasserdichte Thonschicht durchsunken hat. Wo man, was nicht selten der Fall ist, schon früher, in den Sand-

und Lehmschichten selbst, auf Wasser geräth, da zeigt schon die unreine Beschaffenheit desselben und der Mangel an Steigkraft, daſs es ganz andern Ursprungs ist, als das reine Wasser der artesischen Brunnen.

Aus diesen Verhältnissen, die in dem Garnier'schen Werke noch durch mehrere nach Bohrversuchen entworfene Profile erläutert werden, erhellt zur Genüge, daſs das durch die Bohrlöcher in die Höhe steigende Wasser immer nur aus den tiefliegenden Punkten der Kalksteinschichten, aus den unterirdischen Abhängen dieser Gebirgsmassen selbst, hervordringt. Einen ferneren Beweis, daſs die artesischen Brunnen ihren Zufluſs nur von dorther erhalten, liefert die an mehreren Orten, wie z. B. zu *Lillers* und *Bethune* beobachtete Erscheinung, daſs, wenn von zwei benachbarten Quellen, welche in einer auf das Gebirge zuführenden Linie liegen, die nächste an demselben durch das Pumpengestänge zufällig getrübt wird, sogleich die entferntere ebenfalls ein durch Kalktheilchen milchig gewordenes Wasser liefert. Der Ursprung der artesischen Wässer kann hienach wohl nicht schwer zu errathen seyn. Allgemein bekannt ist, wie unzählig viele und ausgedehnte, ja oft Meilen lange, Zerklüftungen das in diesen Gegenden von Frankreich anstehende Kalkgestein einschlieſst, wie schnell das Regenwasser auf den Höhen versiegt, und wie reichlich es in Quellen an dem Fuſse solcher Gebirge wieder hervorsprudelt *). Wenn es dazu noch eines Beleges aus dem

*) Eins der lehrreichsten Beispiele von unterirdischen Wasserleitungen in den Klüften der Kalkgebirge ist wohl das, welches Saussure (*Voyages dans les Alpes ed. 4. T. I. p.* 309.) vom Lac de Joux beschreibt. Dieser kleine Jura-See nimmt das Wasser des gröſseren Lac des Rousses und das mehrerer Bäche auf, ohne daſs er, der in einem ringsum von Höhen umschlossenen Thale liegt, einen andern Abfluſs hätte, als durch die zahlreichen Spalten zwischen den hier fast senkrecht stehenden Schichten des Kalksteins. An der Nordwest-Seite hat der See sich selbst einen Weg zu ihnen gebahnt und einen tiefen Schlund

Bezirke der Garnier'schen Beobachtungen bedürfte, so braucht nur erwähnt zu werden, daſs unten an dem steilen Abhange des Cap blanc-nez Wasserstrahlen mit groſser Heftigkeit aus den Klüften des Kalkfelsens hervorschieſsen und dieselben immer mehr und mehr auswühlen; auch spricht gewiſs noch der Umstand für das Daseyn groſser, durch das Wasser fortwährend erweitert werdender, Höhlungen in diesem Gebiete, daſs hier Einsenkungen des Bodens, namentlich im Arrondissement von St. Paul, gar keine Seltenheiten sind. Erwägt man nun, daſs die Schichten des Kalksteins eine gegen den Horizont geneigte Lage besitzen, und daſs ihr Ausgehen-

gebildet, auf dessen Boden das Wasser schnell versiegt; allein auch die Bewohner des Thales haben für dergleichen Ausgänge gesorgt. Da nämlich diesen an der Erhaltung eines gleichförmigen Wasserstandes sehr viel gelegen ist, so leiten sie den See, zu Zeiten wo er anschwillt, in kleine Schächte, die sie an den Ufern desselben, 8 bis 10 Fuſs weit und 15 bis 20 Fuſs tief, bis auf die Kalkschichten abgeteuft haben, und die sie von dem sich darin allmählig ansammelnden Schlamm sorgfältig reinigen. Schwerlich würde man glauben, daſs diese Schächte oder, wie man sie dort nennt, Trichter (*entonnoirs*), der natürliche und die künstlichen, zu der 680 Fuſs tiefer und drei Viertel-Lieue vom nördlichen Ende des Sees entfernt liegenden Quelle der Orbe Veranlassung gäben, wenn nicht ein zufälliges Ereigniſs im Jahr 1776 dieſs ganz auſser allen Zweifel gesetzt hätte. Damals hatten die Einwohner, um den kleinen See trocken zu legen und seinem mehrmaligen Austreten durch eine gründliche Reinigung sämmtlicher Trichter künftig vorzubeugen, den sich in ihn ergieſsenden Lac des Rousses abgedämmt; allein dieser See schwoll so stark an, daſs er den Damm durchbrach und sich mit groſser Gewalt in den kleinern stürzte, der dadurch von Grund aus aufgewühlt und getrübt wurde. Die Folge davon war, daſs auch die sonst so klare Quelle der Orbe bald hernach ein trübes unreines Wasser lieferte. Indeſs scheint man schon von Alters her den Zusammenhang des Lac de Joux mit den Quellen der Orbe geahnet zu haben, da man den Bach, welcher oben die beiden Seen verbindet, ebenfalls mit dem Namen Orbe belegt, also mit klaren Worten für einen Theil des sich in den Neufchateller See ergieſsenden Flüſschen bezeichnet hat.

des oft die höchsten Punkte der Landschaft einnimmt, so kann es wohl keinem Zweifel unterliegen, daſs die artesischen Brunnen nur von dem aus der Atmosphäre auf die höher gelegenen Kalkschichten niedergefallenen und durch deren Kanäle in die Tiefe hinabgeführten Wasser gespeist werden, mit einem Wort, daſs sie die kürzeren Schenkel von Hebern darstellen, deren längere in dem Gebirge liegen. Hr. Garnier ist von der Richtigkeit dieses Satzes so sehr überzeugt, daſs er die Bohrversuche auf Quellen nur in den Thälern solcher Gegenden vorzunehmen räth, auf deren Höhen sich das Ausgehende eines klüftigen Kalksteins antreffen läſst.

Ueberhaupt ist es zum Auftreten der bei den artesischen Brunnen beobachteten Erscheinungen offenbar hinreichend, daſs eine gegen den Horizont geneigte Schicht einer zerklüfteten oder porösen Gebirgsart von zwei wasserdichten Schichten eingeschlossen sey, von einer die dem Entweichen des Wassers von unten her eine Gränze setzt, und von einer zweiten, die es von oben her zurückhält. Das Daseyn der Decke erweisen alle Bohrversuche; immer muſs eine wasserdichte Thonschicht durchstoſsen werden, bevor man auf springendes Wasser gelangt. Aber auch die Unterlage fehlt begreiflicherweise nie, und wiewohl meistens einige dichtere Schichten des Kalksteins selbst die Stelle derselben vertreten, auch die wasserführenden Schichten das Wasser immer nur in Klüften, wenn gleich häufiger an ihren Ablagerungsflächen als in ihrer Mitte, einschlieſsen; so giebt es doch Beweise, wie namentlich ein Bohrversuch zu Blengel einen solchen geliefert hat, daſs in dem Kalksteine selbst noch wasserdichte Thonlager vorkommen. Aus diesen Umständen ist es auch leicht erklärlich, weshalb man niemals hoffen darf, in Urgebirgsarten, in Granit, Gneis, Porphyr, Serpentin etc. artesiche Brunnen zu erbohren; selbst in Schiefergebirgen wäre es nicht zweckmäſsig, Versuche auf sie

zu unternehmen, weil, wenn man auch Wasser träfe, dasselbe sehr leicht durch den hier häufig vorkommenden Schwefelkies auf eine für manche Benutzung unangenehme Weise mit Schwefelwasserstoff beladen seyn könnte. Der Kalkstein dagegen, da er im Wasser nur höchst wenig auflöslich ist, liefert immer, wie es auch die Erfahrung lehrt, ein sehr reines Wasser.

Eine völlig gleiche geognostische Beschaffenheit, wie das Departement du Pas-de-Calais, zeigen auch andere Gegenden, wo man aufsteigende Wässer erbohrt hat. Von *Boston* in America und *Sherness* *) in England erwähnt Hr. Garnier dieses selbst. *London*, wo viele Zuckersiedereien, Brennereien und Brauereien schon seit geraumer Zeit lediglich durch das Wasser der artesischen Brunnen betrieben werden, liegt mitten in einem weiten muldenförmigen Becken, dessen Unterlage, ein zur Kreideformation gehörender Kalkstein, der auch die im Umkreise liegenden Höhen bildet, ebenfalls, wenn gleich nicht unmittelbar, von einem wasserdichten Thon bedeckt wird. Die Brunnen, welche nicht bis zu diesem Thon, dem sogenannten *London clay*, abgeteuft worden sind, liefern zwar vieles und sehr klares, meistens aber sehr hartes Wasser; während man aus denjenigen, die durch den London clay, bis zu dem darunter liegenden *Plastic clay*, einer die Kreide unmittelbar bedeckenden Formation von abwechselnden Schichten von Sand, Thon und Geschieben, hinabgeführt sind, ein sehr weiches und reines Wasser **) bekommt, welches beim Durchbohren jenes wasserdichten Thons oft so plötzlich in die Höhe

*) Man fand hier in einer Tiefe von 550 Fuſs, unter Thonschichten, in einem kreideartigen Kalkstein sehr reines und klares Wasser, das anfangs 344 Fuſs in die Höhe stieg, dann wiederum fiel, und nun 120 Fuſs unter der Oberfläche des Bodens stehen blieb.

**) Es soll etwas kohlensaures Natron enthalten, zuweilen 4 Gran auf ein Quart (*Journ. of science, Vol. XIV p.* 145.).

steigt, dafs die Arbeiter kaum Zeit haben zu entfliehen *). Hier scheint demnach die Formation des plastischen Thons entweder selbst das wasserführende Medium zu seyn, oder als Sammelplatz für die Ausflüsse aus der Kreide zu dienen. Von *Paris* ist bekannt, dafs es in einer Gegend liegt, deren geognostische Verhältnisse fast identisch sind mit der von London, und gleichwie es also nicht in Verwunderung setzen darf, wenn man dort und an mehreren Punkten des nördlichen und östlichen Frankreichs überall artesische Brunnen zu erbohren vermag, so ist man daselbst gewifs vollkommen berechtigt, auf die Vermehrung dieser nützlichen Anlagen bedacht zu seyn **). Auch der Boden von *Wien* scheint eine zur Erbohrung aufsteigender Wässer geeignete Beschaffenheit zu besitzen, wie es theils aus der geognostischen Beschreibung von Prévost ***) hervor-

*) Conybeare *and* W. Phillips, *Outlines of the Geology of England etc. Pt. I. p.* 34.

**) Die meisten derselben, die man in der Stadt und deren nächsten Umgebung erbohrt hat, bleiben jedoch unter der Oberfläche des Bodens stehen, wenn gleich sie sich oft um mehrere Fufs über das Niveau der Seine und der gewöhnlichen Brunnen erheben. Unter einer nicht unbeträchtlichen Anzahl, die Hr. Héricart de Thury in den *Annal. de l'industrie, T. II. p.* 58. namhaft macht, befinden sich indefs einige, aus denen das Wasser wenigstens im ersten Augenblick mit grofser Gewalt und nicht ohne Gefahr für die Arbeiter bis über deren Köpfe emporschofs. Namentlich war diefs der Fall mit dem, welchen man i. J. 1780 im Garten Vauxhall erbohrte, und dessen Wasserspiegel seit dem ersten Hervorbrechen sich fortwährend mit dem Boden im Niveau gehalten hat. Dieses Wasser kommt aus einer Tiefe von 40 Metern herauf; wegen der steinigen Beschaffenheit des Bodens und den daraus entspringenden Kosten geht man aber gewöhnlich mit dem Bohrer kaum halb so tief hinab, und diefs mag vielleicht eine der Ursachen seyn, dafs man anhaltende Springquellen bis jetzt daselbst noch nicht erbohrt hat.

***) *Journ. de physique*, *T.* 91. *p.* 347. *et T.* 92. *p.* 428.

geht, theils eine von Popowitsch *) überlieferte Nachricht von einer solchen Quelle in einer der Vorstädte Wiens glaublich machen mufs, wenn gleich neuere Bohrversuche zu keinen ganz befriedigenden Resultaten geführt haben **). Aus der Umgegend von *Modena* hat uns schon Ramazzini mit einem der ältesten Springbrunnen dieser Art bekannt gemacht ***), und durch Shaw's Berichte wissen wir, dafs auch bei Algier, im Dorfe *Wad-Reag*, ganz die in der Grafschaft Artois beobachteten Erscheinungen wiederkehren †). Gewifs liefse sich die Zahl dieser Beispiele noch vermehren; allein die wenigen, die bereits angeführt sind, und die Häufigkeit der geognostischen Verhältnisse, welche sie als Bedingnisse zur Erbohrung artesischer Brunnen kennen gelehrt haben, werden schon hinreichend die Folgerung rechtfertigen, dafs allemal, da, wo diese Verhältnisse auftreten, auch gegründete Aussicht auf Entdeckung steigender Wässer vorhanden ist. Keineswegs darf man sich aber der eitlen Hoffnung überlassen, die noch vor Kurzem in einem sehr unkritischen Aufsatz in der *Bibliothèque universelle, T. XXXIX. p.* 193. *et* 204. ausgesprochen worden ist, dafs man überall auf der Erde, gleichviel wo, nur geschickt zu bohren brauche, um eines glücklichen Erfolges sicher zu seyn.

Selbst auf einem Boden von geeigneter Beschaffenheit hängt die Auffindung steigender Quellen einigermafsen von Zufälligkeiten ab. Da, wo man z. B. bis in den Kalkstein selbst hinabgehen mufs, wird der Erfolg

*) Bemerkungen der churpfälzischen physikalisch - öconomischen Gesellschaft vom J. 1770, Th. II. S. 169.

**) Riepl in einem Zusatz zu der bereits angeführten Uebersetzung des Garnier'schen Werks, S. 162.

***) *De Fontium Mutinensium admiranda scaturigine etc.*, wovon in den *Act. Erudit.* von 1692. *p.* 505. ein Auszug enthalten ist, auch Leibnitz in seiner *Protogaea, p.* 75. ausführlich redet.

†) Delamétherie, *Théorie de la Terre, T. IV. p.* 462.

natürlich dadurch bedingt, ob man zeitig genug eine Wasserader trifft oder nicht. So erwähnt Hr. Garnier, dafs ein Einwohner von *Bethune*, nachdem er 70 Fufs aufgeschwemmten Landes und 30 Fufs vom Kalkstein durchsunken hatte, auf eine Quelle gerieth, deren Wasser bis zur Oberfläche stieg; während ein Anderer, dessen Grundstück fast an das des ersteren stiefs, kein Wasser bekam, obgleich er 70 Fufs in Sand und Thon, und dann noch 105 Fufs im Kalk hinabgebohrt hatte, also im Ganzen 75 Fufs tiefer als sein Nachbar. In der Citadelle von Calais hat man das Bohren bis zu einer Tiefe von 110^{m},5 fortsetzen müssen, ehe man auf reines Wasser traf; das früher erhaltene war immer salzig und brakisch. Eben so ist in England, wo man, wenigstens in und bei London, nicht bis zur Kreide hinabgeht, die Tiefe der wasserführenden Schicht sehr verschieden. Mile-End liegt 36,, Tottenham 70, Epping 340 und Hunters-Hall 410 Fufs über dem Spiegel der Themse; und an dem ersten Orte erbohrte man Wasser in 70, am zweiten in 60 und am dritten in 80 Fufs Tiefe unter diesem Niveau, am letzten Orte aber in 130 Fufs Höhe über demselben (Conybeare a. a. O. p. 36.). Dagegen ist es auch gar nichts Seltenes, dafs man mit einem Bohrloche mehrere Wasseradern durchschneidet. Diefs war namentlich bei einem Brunnen in der Brennerei der HH. Liptrap und Smith, eine engl. Meile östlich von London, der Fall, wo man, theils grabend, theils bohrend, bis zu einer Tiefe von 370 Fufs hinabging. Die erste Quelle fand sich über dem London clay, die drei folgenden unter demselben im plastischen Thon, und die letzte im Kalk, 123 Fufs unter dessen oberer Gränze. Die aus dem Plastic clay entspringenden Quellen stiegen sämmtlich zu gleicher Höhe empor, nämlich bis zum Niveau des höchsten Wasserstandes der Themse, welches dort 36 Fufs unter dem Boden liegt (Conybeare a. a. O S. 45.) *).

*) Keinesweges stieg also das Wasser 36 Fufs über die Oberfläche

Eben so durchschnitt man bei Anlage eines Brunnens in *St. Ouen* (von dem der *Globe* in No. 54. dieses Jahres berichtet) fünf verschiedene Adern mit aufsteigendem Wasser.

Vom letzteren Fall hebt Hr. Héricart de Thury noch das als merkwürdig hervor, daſs ein schon vorhandener artesischer Brunnen, in dessen Nähe der neue angelegt wurde, dadurch keinen Abbruch erlitt *). Zusammen liefern beide gegenwärtig 700 Cubikmeter Wassers in 24 Stunden. Eines ähnlichen Beispiels, wo zwei benachbarte Quellen sich nicht gestört zu haben scheinen, erwähnt derselbe Verfasser schon in den *Annal. de l'industr. T. II. p.* 63. Zu *Epinay* bei *St. Denis* hat man nämlich im Parke der Gräfin Grollier an einem der höchsten Punkte, 16^{m},5 über dem mittleren Spiegel der Seine, zwei Brunnen in einem Abstande von einem Meter neben einander erbohrt, von denen jeder 35 bis 40 Cubikmeter oder 38 bis 39000 Litres Wasser in 24 Stunden liefert. Die Quelle des erstern wurde in der Tiefe von 54^{m},4 angetroffen, und sein Spiegel blieb 4^{m},55 unter Tage stehen. Eben so verhielt es sich mit dem zweiten, als man bis zu gleicher Tiefe hinabgegangen war; nachdem man aber das Bohren bis zu 67^{m},3 fortgesetzt hatte, stieg das Wasser desselben 0^{m},33 über die Oberfläche des Bodens. In London sind indeſs Erscheinungen vorgekommen, welche andeuten, daſs selbst ziemlich entfernte Brunnen mit einander in einer gewissen Verbindung stehen können. Nicht auffallend kann es auch wohl seyn, daſs

des Bodens, wie im Anhange zur deutschen Uebersetzung des Garnier'schen Werkes, S. 161., gesagt wird.

*) Nichts Befremdendes kann es jedoch haben, wenn, wie es hier der Fall war, das Bohrgestänge stark magnetisch wurde. Schon ruhend werden ja senkrecht stehende Eisenstäbe magnetisch; wie vielmehr muſs es also bei einer Operation der Fall seyn, wo sie in dieser Lage anhaltend auf's aller Stärkste erschüttert werden. Auch ist dieſs Magnetischwerden des Bohrgestänges eine sehr gemeine Erscheinung.

nahe an der Meeresküste, wo der Wasserspiegel der natürlichen Quellen sehr häufig durch die Ebbe und Fluth geregelt wird, auch die gebohrten Brunnen eine ähnliche Störung erleiden. Hr. Héricart de Thury erwähnt diefs namentlich von einer zu *Noyelle-sur-Mer* in 17 Meter Tiefe erbohrten Quelle (*Annal. de l'industr. T. II. p.* 66.). Zur Zeit der Ebbe steht ihr Spiegel zwei Meter unter Tage, bei der Fluth aber stellt er sich mit dem Boden in Niveau; sehr zweckmäfsig hat man deshalb ein Ventil angebracht, um der Quelle auch während der Ebbe diesen höheren Stand zu erhalten. Aehnlichen Oscillationen sind auch die artesischen Brunnen zu Abbeville ausgesetzt, so wie mehrere zu Dieppe, Montreuil, im Departement Calvados, und in den vereinigten Staaten.

Welch ausgedehnte Klüfte das Wasser hie und da erfüllen mag, dafür spricht, aufser dem grofsen Wasserreichthum mehrerer erbohrten Quellen, besonders ein Fall, welchen Hr. Garnier auf die Autorität des Hrn. Hericart de Thury anführt. In einer Brauerei zu *Paris*, an der Barriere zu Fontainebleau, lieferte ein etwa 20 Meter tiefer Brunnen nicht mehr hinlängliches Wasser. Man beschlofs daher, vom Boden desselben ab, ein Bohrloch hinunter zu führen. Kaum war man aber bis zu der Tiefe von ungefähr 19 Meter gelangt, als plötzlich der Bohrer mehr als 7 Meter tief in eine Kluft hinabsank, und, da er den Boden derselben noch nicht erreichte, unfehlbar verloren gegangen seyn würde, wenn nicht glücklicherweise durch das Auge an seinem Ende ein Querholz gesteckt worden wäre. Der Bohrer schwankte hin und her, wie wenn er von einem starken Strome bewegt würde, und, als man nach vieler Mühe denselben ganz zur Oeffnung herausgezogen hatte, sprang das Wasser mit einem Male 10 Meter hoch über die Köpfe der Arbeiter hin, so dafs diese kaum schnell genug heraufgezogen werden konnten, und alles Geräthe im Brunnen zurücklassen mufsten. Seitdem steht das Wasser

fortwährend 12 Meter hoch über dem Kranz, welcher der Brunnenmauer zur Grundlage dient.

Ueberhaupt ist diefs Hervorbrechen des Wassers, besonders im ersten Augenblick nach der Anbohrung der unterirdischen Behälter, oft sehr gewaltsam, und eine nicht minder merkwürdige Erscheinung als der Wasserreichthum mehrerer dieser Quellen. Einige auffallende Beispiele davon werden in der *Bibliothèque universelle, T. XXXIX. p.* 199. aus England erzählt. Ein Hr. Brook hatte in seinem Garten ein 4½ Zoll weites Bohrloch 360 Fufs tief hinabführen lassen, aus welchem das Wasser sich in solcher Fülle ergofs, dafs es nicht nur den ganzen Platz um das Haus überschwemmte, sondern auch die benachbarten Keller ersäufte. Das Uebel war so grofs, dafs die Nachbarn Klage darüber führten und die Polizei in's Mittel treten mufste. Zwei Männer versuchten nun das Bohrloch durch einen hölzernen Stöpsel zu verschliefsen; allein sie wurden beständig von dem Wasserstrahl zurückgeworfen, selbst als ihnen noch ein dritter zu Hülfe kam. Eben so vergeblich versuchte man dem Strome durch einen eisernen Bolzen Einhalt zu thun. Endlich setzte man, auf den Rath eines Baumeisters, mehrere Röhren von kleinerem Durchmesser auf das Bohrloch, und dadurch gelang es dann endlich, Herr über das Wasser zu werden.

Bei Hrn. Lord in *Tooting,* wo man das Bohrloch verschlossen hatte, arbeitete das Wasser mit solcher Gewalt unter dem Boden, dafs es sich in einem Umkreise von 15 Toisen Luft machte, und sicher das Erdreich mit den Mauern fortgerissen haben würde, wenn man sich nicht beeilt hätte, ihm freien Lauf zu geben. Diese Quelle, sagen die Berichterstatter, würde wegen ihrer Springhöhe (*élévation*) und ihres Wasserreichthums (sie gab 600 Liter in der Minute) werth seyn auf einem öffentlichen Platze zu stehen.

Bei einem Nachbar des Hrn. Lord treibt der Strahl einer erbohrten Quelle ein Wasserrad von 5 Fufs im Durchmesser, und diefs setzt wiederum eine Pumpe in Bewegung, die das Wasser bis zum Gipfel eines dreistöckigen Hauses treibt.

Auch im nordöstlichen Frankreich sind die wirklich überfliefsenden und springenden Quellen keine Seltenheit, wie aus Hrn. Héricart de Thury's Verzeichnifs in den

Annal. de l'industrie hervorgeht. Zu *Kreutzwald*, im Departement der Mosel, hat man eine solche in 60 Meter Tiefe erbohrt; zu St. Quentin, im Departement de l'Aisne, zwei solche, die etwas über die Oberfläche steigen; ferner zu Prix bei Mézières eine in 143 Meter Tiefe, die sich $0^m,5$ über den Boden, und ungefähr 4 Meter über den Spiegel der Maafs erhebt.

Zu *St. Amand*, im Nord-Departement, wurden in einer Tiefe von 45 Meter drei Quellen erbohrt, deren Wasser bis einen Meter aus dem Boden steigt, und seit der Anlage niemals eine Abnahme zeigt *).

Bei Rieulay, im Thale der Scarpe, gerieth man am Schlusse des vorigen Jahrhunderts, beim Suchen nach Steinkohlen, auf einen Wasserstrahl, der, Armes dick, bis zu einem Meter hoch aus der Erde sprang, und so viel Wasser lieferte, dafs man damit eine benachbarte Mühle betrieb.

Auch zu *Gonnehem* bei Béthune, im Departement Pas-de-Calais, wird ein drei Meter im Durchmesser haltendes Mühlrad durch das vereinigte Wasser von vier in einer Tiefe von 45 Meter erbohrten Springquellen betrieben, und auf diese Weise ein Quantum von 200 Kilogrammen Mehl in 24 Stunden gemahlen. Das Wasser dieser Quellen steigt $3^m,57$ hoch zum Boden hinaus.

Gleich ausgezeichnet durch ihren Wasserreichthum, wie durch ihre Nützlichkeit, sind die zu *Roubaix*, bei

*) Merkwürdig, wenn gleich mit den Erscheinungen der artesischen Brunnen in keiner directen Verbindung stehend, ist die Begebenheit, deren Hr. Héricart de Thury hier beiläufig von der Schwefelquelle von Bouillon, bei St. Amand, erwähnt. Als man nämlich im J. 1697 zur Abhaltung der fremden Wässer eine Reparatur mit der Fassung dieser Quelle vornahm, stellte sich, wahrscheinlich weil die Zuflüsze durch das Mauerwerk eine andere Richtung bekommen hatten, plötzlich eine so heftige Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas ein, dafs eine gewaltige Masse Wasser, Schlamm und Sand herausgeschleudert wurde. Sonderbar genug kam hiebei nicht nur eine grofse Menge römischer Münzen von verschiedenen Kaisern mit zu Tage, sondern auch eine Zahl von mehr als zwei Hundert aus Holz geschnitzter Bildsäulen. Die meisten derselben waren durch den langen Aufenthalt im Wasser sehr entstellt, doch glaubt Hr. Bottin, aus dessen Berichte in den *Mémoires de la société royale des antiquaires de France* diese Erzählung entnommen ist, dafs es Götzenbilder gewesen seyen, die, zur Zeit der Einführung des Christenthums in diese Gegenden, aus Furcht vor dem Eifer des heiligen Amand, Bischofs von Tongres, in den Brunnen versenkt wurden.

Arras, angelegten artesischen Brunnen. Diefs Städtchen stand in Gefahr, seine hauptsächlichsten Nahrungszweige, Seidenspinnereien und Färbereien, wegen Mangels an Wasser zu verlieren, als es Hrn. Hallette nach vielen Schwierigkeiten gelang, mehrere sehr reiche Quellen zu erbohren, von denen namentlich eine so ergiebig ist, dafs sie täglich 288 Cubikmeter Wasser liefert, oder doppelt so viel als eine Dampfmaschine von 20 Pferden Kraft zu fördern vermag. Die *Société d'Encouragement* in Paris hat die Verdienste des Hrn. Hallette mit dem ausgesetzten Preise von 3000 Francs belohnt.

Endlich verdient unter den springenden Quellen noch die genannt zu werden, welche man ganz neuerlich im Badenschen, im *Amalienbade* zu *Langenbrücken,* aufgefunden hat. Sie ist in einer Tiefe von 58 Fufs erbohrt worden, und steigt noch 8 Fufs über die Oberfläche des Bodens empor. Ihr Wasser, von dem sie täglich 460 Ohm liefert, ist zwar frei von Salzen, wie das der meisten artesischen Brunnen, unterscheidet sich aber dadurch wesentlich von diesem, dafs es Schwefelwasserstoffgas enthält, offenbar in Folge des bituminösen, schwefelkiesreichen Kohlenschiefers, aus welchem diese Quelle zu entspringen scheint. Die Temperatur dieses natürlich-künstlichen Schwefelwassers beträgt $10\frac{1}{2}$ bis 11° R (Berl. Nachricht. v. 9. Oct. d. J.).

Dem Zwecke dieser Zusammenstellung gemäfs war in dem Bisherigen wesentlich nur von den Erscheinungen die Rede, welche sich auf die Erbohrung von Süfswasser-Quellen beziehen. Bekanntlich zeigen aber auch Soolquellen dieselben Phänomene, und zuweilen in einem sehr ausgezeichneten Grade.

Wir wollen hier nur an eins der auffallendsten Beispiele dieser Art erinnern, nämlich an das Ereignifs, womit die Eröffnung des Soolschachtes zu *Dürrenberg* bezeichnet wurde. Durch die Beharrlichkeit des um das Salzwesen vielfach verdienten Bergraths Borlach war der Schacht bereits bis zu einer Tiefe von 113 Lachter abgesunken, als am 15 Sept. 1763 die Soole plötzlich die noch 23 Zoll dicke Gypsschicht, welche die Schachtsohle ausmachte, zersprengte, und, ungeachtet der angestrengtesten Wirkung des Kunstgezeugs, doch binnen drittehalb Stunden den ganzen 791 Fufs tiefen und 5 Ellen im Gevierte weiten Schacht bis zu Tage aus er-

füllte und überströmte. Einer der Arbeiter wurde von der Soole ergriffen, und, wunderbar genug, 252 Fufs hoch im Schacht unversehrt mit emporgehoben. Nach mehr als 40 Jahren hernach, in den Jahren 1802 bis 1805, übte die Soole noch einen solchen Druck aus, dafs sie, nach einer Berechnung des Salinen-Inspectors Bischof, fünf Ellen über die Hängebank des Schachtes aufsteigen könnte. Auch bei *Kösen* steigt die Soole aus einer Tiefe von 86 Lachtern (600 Fufs) bis zu Tage aus *); eben so hat man in neuerer Zeit zu *Nauheim* in der Wetterau, zu *Unna* in Westphalen, und an mehreren andern Orten, überfliefsende Salzquellen erbohrt.

Es kann hier wohl nicht der Ort seyn, aus einanderzusetzen, welche Vorzüge die gebohrten Brunnen in öconomischer Hinsicht vor den gegrabenen besitzen, noch auf welche Weise sie am vortheilhaftesten anzulegen sind; diefs überlassen wir, wie billig, den technologischen Zeitschriften; auch findet man in dem mehrmals genannten Werke des Hrn. Garnier bereits vollständige Belehrung über Alles, was von practischer Seite her hiebei in Betracht kommt **). Dagegen verdienen die wenigen historischen Momente, die über das Erbohren von Süfswasser-Quellen vorhanden sind, noch erwähnt zu werden. Wer zuerst den Bergbohrer zu diesem Behufe angewandt hat, scheint unbekannt zu seyn***); doch giebt wohl Ramaz-

*) Geognostische Arbeiten, von J. C. Freiesleben, Bd. 2. S. 208. — Bischof in Karsten's Archiv, Bd. XX. S. 37.

**) K. F. Selbmann, vom Erd- und Bergbohrer und dessen Gebrauch, Leipzig 1823, enthält ebenfalls eine sehr ausführliche Beschreibung aller Art von Bohrwerkzeugen, so wie auch eine Aufzählung der hauptsächlichsten Werke, aus denen man weitere Belehrung schöpfen kann.

***) Möglich, dafs vielleicht ein freiwilliger Ausbruch dieser Wässer zuerst die Aufmerksamkeit auf sie hinlenkte. So geschahe es noch im J. 1821 zu Bishop Monckton, bei Ripon, in England, dafs sich plötzlich unter einem rasselnden Getöse der Boden hob, und das sogleich hervorbrechende Wasser sich einen Schacht auswühlte, der am Abend desselben Tages oben mehrere Fufs im Umfang hatte, und beim Ablöthen eine Tiefe von 58 Fufs zeigte (*Journ. of sc.*, *Vol. XI. p.* 406.). — Auch in dem Sandboden der Mark Brandenburg sind solche Erscheinungen vorgekommen. So z. B. sprang i. J. 1756 unweit Ziesar am Fufse des Sandrückens, der am linken Ufer der Bukau liegt, in der Nacht eine Quelle mit einem ungeheuren Knalle auf, dessen sich alte Leute noch sehr wohl erinnern. Sie strömt seitdem mit unveränderter Stärke, und ist wasserreicher, als es sonst die Quellen dieser

zini's Werk, welches im J. 1691 erschien, den genügendsten Beweis, dafs diese Kunst am frühsten in der Umgegend von Modena ausgeübt worden ist. Von da ist sie nach Frankreich gewandert, und, wie in dem neusten Programm der K. Agriculturgesellschaft zu Paris gesagt wird, soll Domenico Cassini, der von Ludwig XIV. aus Italien an seinen Hof berufen und bald darauf zum Mitglied der Academie der Wissenschaften ernannt wurde, sich das Verdienst ihrer Einführung daselbst erworben haben. Die älteste Nachricht von einem gebohrten Brunnen in der Grafschaft Artois ist vielleicht die, welche Belidor in seiner *Science de l'ingenieur, Liv. IV. chap. XII.*, mittheilt. Derselbe sah i. J. 1729 im Kloster zu St. André, eine halbe Lieue von Aire, einen Brunnen der Art, der 20 Cubikmeter Wasser in der Stunde lieferte, und es einen Meter hoch zum Boden heraustrieb. Bei Paris ist, nach Hrn. Héricart de Thury, der erste artesische Brunnen zu Clichy in der Mitte des vorigen Jahrhunderts angelegt. Das Wasser wurde in der Tiefe von 98 Fufs erbohrt und stieg bis 4 Fufs über das Niveau der Seine. In Deutschland endlich, wo der Bergbohrer schon seit länger als einem Jahrhundert bekannt ist, und namentlich schon Leupold (Schauplatz der Wasserbaukunst, Leipzig 1724) den Gebrauch desselben zum Erbohren von Süfswasser-Quellen angerathen hat, mag er sicher auch hie und da eine solche Anwendung gefunden haben, doch ist er wohl meistens nur zur Auffindung von Soolquellen benutzt worden; indefs läfst sich erwarten, dafs der Eifer, mit welchem man gegenwärtig in Frankreich die Anlegung artesischer Brunnen zu verbreiten sucht, auch bei uns seine Nachahmung finden werde, welche denn auch, auf dem dazu geeigneten Boden, gewifs nur empfohlen werden kann.

P.

Gegenden zu seyn pflegen. Durch die fortdauernden Unterwaschungen ist in dem lockern Sand eine grofse Schlucht entstanden, und die Quelle selbst um ein Beträchtliches zurückgewichen; auch hat sich hinter der Schlucht eine mehr als 500 Schritt lange Einsenkung gebildet, welche hinlänglich beweist, dafs der Sitz der Quelle sehr tief in dem Sandrücken zu suchen sey.

IV. *Ueber das pyrophosphorsaure Natron und ein phosphorsaures Natron mit geringerem Wassergehalt als das gewöhnliche.*

(Schlufs).

Da das gewöhnliche arseniksaure Natron gleiche Zusammensetzung und gleiche Krystallform wie das gewöhnliche phosphorsaure Natron besitzt, so wurde Hr. Clark zu der Untersuchung veranlafst, ob dasselbe beim Glühen eine ähnliche Umwandlung wie das letztere erleide. Es zeigte sich aber, dafs es nicht der Fall war; denn das geglühte arseniksaure Natron fällte die Metallsalze auf eben die Art, wie das ungeglühte.

Dagegen glückte es Hrn. C. eine andere Analogie zwischen dem phosphorsauren und arseniksauren Natron aufzufinden. Er beobachtete nämlich, dafs, wenn man eine Lösung des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons bei 90° F. anschiefsen läfst, Krystalle entstehen, die hinsichtlich ihres Wassergehalts und ihrer Krystallform identisch sind mit dem von L. Gmelin entdeckten arseniksauren Natron *). Ein vergleichender Versuch mit beiden Salzen gab folgendes Resultat:

	phosphors. Natron.	arseniksaur. Natron.
Wasserverlust im Sandbade	16,303	16,386
- - nachher beim Glühen	1,186	1,179
Trocknes Salz	16,741	22,226

Daraus schliefst Hr. C., dafs dieses phosphorsaure Natron, gleichwie das ihm entsprechende arseniksaure, 15 Proportionen Krystallwasser enthalte, wonach denn also der Wassergehalt in den drei Arten des phosphorsauren Natrons in dem Verhältnisse 10 : 15 : 25 stehen

*) Man sehe dies. Ann. Bd. 80. S. 157.

würde *). Uebrigens fällte die Lösung des Salzes mit 15 Proport. Wasser, wie die des gewöhnlichen phosphorsauren Natrons, die Silberlösung gelb; darin aber war es dem Pyrophosphat und dem arseniksauren Natron mit 15 Proport. Wasser ähnlich, daſs es nicht verwitterte, wenigstens dann nicht, wenn es frei war von einem aus der Mutterlauge herrührenden Ueberzug des gewöhnlichen Salzes.

Die Flächen des phosphorsauren Natrons mit 15 Proportionen Wasser wurden zu einer genauen Winkelmessung nicht glänzend genug befunden. Hr. Haidinger, dem dieses Salz zu einer krystallographischen Untersuchung übergeben war, zog es daher vor, die Form des mit demselben isomorphen arseniksauren Natrons von 15 Proport. Krystallwasser zu bestimmen. Er erhielt folgendes, von Hrn. Prof. Marx's früherer Messung (Kastner's Archiv, Bd. 2. S. 32.) sehr abweichendes Resultat.

Grundform: eine ungleichschenklich, vierseitige Pyramide $P = \left\{ \begin{matrix} 99^\circ\ 22' \\ 92^\circ\ 16' \end{matrix} \right\}$, $113^\circ\ 27'$, $119^\circ\ 56'$. Fig. 1. Taf. VII. Neigung der Axe in der Ebene der langen Diagonal- $= 7^\circ\ 0'$. Ebener Winkel der Basis $= 78^\circ\ 18'$ und $101^\circ\ 42$

$$a:b:c:d = 8{,}2:7{,}54:6{,}14:1{,}0.$$

Combinationen gewöhnlich wie Fig. 4. Taf. deren krystallographische Zeichen sind:

*) Nach Prof. Mitscherlich's früherer Untersuchung entl gewöhnliche arseniksaure Natron, gleich wie das ihm e chende phosphorsaure, 24 Proportionen Wasser, und nach L. Gmelin's schlieſst das zweite arseniksaure Natron 16 I von demselben ein; hienach steht also der Wassergehalt der den Salze in dem Verhältnisse 3:2, und nicht in dem von wie Hr. Clark es gefunden. Bei der Schwierigkeit, den Wa sergehalt derjenigen Krystalle genau zu bestimmen, die einers so leicht verwittern und andererseits nur gar zu oft etwas Wasser mechanisch einschlieſsen, kann man Hrn. C's. Angabe nicht unbedingt Glauben beimessen. *P.*

$P - \infty (a)$. $\frac{P}{2}(P)$. $\bar{P}r(d)$. $-\frac{\breve{P}r}{2}(e)$. $-\frac{P}{2}(c)$. $P + \infty (f)$; $(\breve{P}r + \infty)^3 (g)$. $\breve{P}r + \infty (b)$. $\bar{P}r + \infty (h)$. Fig. 5. ist eine Projection derselben auf eine mit *h* parallelen Ebene. Neigung von:

a zu *b*	= 97° 0′	*a* zu *c*	= 116° 42′
a : *e* (anliegend)	= 128 27	*g* : *g* (über *b*)	= 117 16
e : *b*	= 134 33	*f* : *f* (über *b*)	= 78 46
a : *P*	= 123 22	*a* : *f*	= 94 26

Parallel der Fläche *b* ist eine deutliche Theilbarkeit vorhanden, sonst ist der Bruch muschlig.

V. *Untersuchung eines Meteorsteins;* *von J. J. Berzelius.*

(*Vetensk. Acad. Handling. f.* 1828. *Pt.* 1. *p.* 156.)

Dieser Meteorstein soll in Macedonien nieder gefallen seyn. Er wurde mir von Hrn. Scherer in *Wien* zur Untersuchung mitgetheilt, zum Behufe einer Arbeit über die Meteorsteine, mit der sich gegenwärtig dieser achtungswürdige Veteran der Wissenschaft beschäftigt.

Der Meteorstein ist von grauer Farbe, aber gesprenkelt mit helleren runden Punkten, mit braunen Flecken und mit dunklen und metallisch glänzenden Punkten; er zeigt sich als ein Aggregat von mehreren fein vertheilten verschiedenartigen Stoffen. Geschliffen nimmt er eine ziemlich gute Politur an, und zeigt dabei eine Menge silberweiſse Schuppen von Nickeleisen ungleich aber dicht in seiner Masse verbreitet.

Das zur Untersuchung mitgetheilte Stück war nicht groſs genug, um eine andere mechanische Trennung der verschiedenen Stoffe unternehmen zu können, als die, aus der grob zerstoſsenen Steinmasse die metallischen Theile

mit dem Magnete auszuziehen. Diese liefsen sich jedoch dadurch nicht rein erhalten, weil in den Vertiefungen derselben ein bedeutender Theil der Steinmasse stecken blieb, welche zwar durch Schmieden und Aushämmern der Körner, so wie durch Waschen mit Wasser, vermindert, aber nicht vollständig fortgeschafft werden konnte.

Die Untersuchung dieses Meteorsteins zerfällt hienach in zwei Theile, nämlich in die der magnetischen und die der unmagnetischen Bestandtheile.

1. Untersuchung der magnetischen Bestandtheile des Meteorsteins.

a) Eine Portion magnetischer Körner wurde, ohne vorher zerstofsen, ausgeplättet, oder geglüht worden zu seyn, in Salzsäure aufgelöst, in einem kleinen Apparat, worin das Gas durch eine Auflösung von schwefelsaurem Kupferoxyd in verdünntem kaustischem Ammoniak geleitet wurde. Die Masse des Meteoreisens wog 1 Grm. Während der Auflösung schlug sich Schwefelkupfer nieder, welches, nachdem es auf ein Filtrum gebracht und getrocknet worden, 0,133 Grm. wog und 0,0448 Grm. Schwefel enthielt.

b) Die erhaltene Lösung war grün, und von anderer Farbe als gewöhnlich eine Lösung des Eisens in Salzsäure zu seyn pflegt. Sie wurde filtrirt, und, bis zur Oxydation des Eisens, mit Salpetersäure gekocht, darauf das Eisenoxyd mit neutralem bernsteinsaurem Ammoniak ausgefällt, und die gefällte Flüssigkeit vor dem Filtriren aufgekocht. Nach dem Brennen des ausgewaschenen Niederschlags blieben 0,885 Grm. Eisenoxyd zurück, welches vor dem Löthrohr keine Spur eines Chromgehalts gab.

c) Die vom Eisen befreite Lösung wurde durch Abdunsten concentrirt, mit einigen Tropfen destillirten Essigs versetzt und darauf mit geschwefelwasserstofften Schwefelammonium versetzt, welches einen schwarzen Niederschlag hervorbrachte. Nach Abscheidung und Röstung

desselben wurde dieser in Salzsäure gelöst, die Lösung darauf mit kaustischem Ammonik übersättigt, wodurch sie sich violett färbte, und nun mit einer Lösung von kaustischem Kali vermischt, wodurch Nickeloxyd gefällt wurde, welches, gewaschen und geglüht, 0,04 Grm. wog. Aus der alkalischen Flüssigkeit schlug sich, beim Abdunsten, eine kleine Quantität Kobaltoxyd nieder, die, geglüht, ungefähr 0,001 Grm. wog.

d) Das in *b* Ungelöste wog 0,207 Grm. Nach der Probe, die weiterhin angeführt werden wird, zeigt diese Portion 0,315 Grm. eingemengten Steinpulvers an, zu der auch 0,0486 Grm. von dem im Versuche erhaltenen Eisenoxyd gehören. Die übrigen 0,836 Grm. entsprechen 0,5793 Grm. metallischen Eisens. Das Nickeloxyd entspricht 0,0315 Grm. metallischen Nickels, und das Kobaltoxyd 0,0008 Grm. metallischen Kobalts, was wohl nur eine Spur von Kobalt genannt werden kann. Addirt man das Gewicht des Eisens, Nickels und Schwefels, so bekommt man 0,6556 Grm., welche Gewichtsmenge eigentlich den vom Magneten ausgezogenen Theil ausmacht. Dieser hat also in 100 enthalten:

Eisen	88,36	oder	Reines Eisen	70,02
Nickel mit einer Spur von Kobalt	4,80		Nickel	4,81
Schwefel	6,83		Schwefeleisen	15,17
	100,00.			

Es läſst sich sicher nicht annehmen, daſs der Schwefel hierin mit der ganzen Portion des Eisens verbunden gewesen sey; vielmehr hat der Magnet gleichzeitig Nikkeleisen und Magnetkies ausgezogen. Um hierüber einige Gewiſsheit zu erhalten, hämmerte ich eine Portion von dem mit dem Magneten ausgezogenen Theil sehr stark und wusch in Wasser alles dadurch gebildete Pulver ab. Dabei wurde der Gehalt des Steinpulvers reducirt, so daſs er endlich mit dem Eisen 14,3 Procent und der Schwefelgehalt 3,57 Procent von dem Gewichte der aufgelösten reineren magnetischen Masse ausmachte.

2. Untersuchung des eigentlichen Steinpulvers, welches nach Ausziehung mit dem Magneten übrig blieb.

Einige kleine Brocken von den runden helleren Körnern, welche abgeschieden und vor dem Löthrohr untersucht werden konnten, waren unschmelzbar und verhielten sich wie ein eisenhaltiger Olivin.

a) Das Steinpulver wurde geschlemmt, hart getrocknet, doch nicht geglüht, und mit concentrirter Salzsäure behandelt; es löste sich in derselben theilweise auf, mit geringer Entwicklung von Schwefelwasserstoffgas, und zersetzte sich auf die Weise, daſs ein Theil gelatinirte, während ein anderer durch die Säure nicht angegriffen zu werden schien. Die Flüssigkeit wurde verdunstet und die Masse so behandelt, wie es mit gelatinirenden Auflösungen gewöhnlich zu geschehen pflegt. Sie lieſs 0,659 Kieselerde und Steinpulver ungelöst, woraus, durch Kochen mit kohlensaurem Natron die zuvor gelatinirte Kieselerde aufgelöst wurde, mit Zurücklassung von 0,525 Grm. unveränderten Steinpulvers. Das Natron, welches vor dem Filtriren mit siedendem Wasser verdünnt worden war, um zu verhindern, daſs die Flüssigkeit beim Erkalten gelatinire, hatte folglich 0,134 Grm. Kieselerde aufgelöst.

b) Das in Salzsäure Aufgelöste wurde mit Salpetersäure oxydirt und mit doppelt-kohlensaurem Ammoniak gefällt. Der Niederschlag, welcher aus Eisenoxyd bestand, wog 0,154 und enthielt, wie es sich ergab, eine, nicht besonders gewägte, Spur von Thonerde, aber kein Chromoxydul.

c) Die filtrirte Flüssigkeit wurde in einem Porcellangefäſse zur Trockne verdunstet, und der Rückstand sodann in einer Atmosphäre von kohlensaurem Ammoniak geglüht. Es blieben 0,201 eines schneeweiſsen Stoffes zurück, aus welchem Wasser 0,014 eines Salzes zog, das, bei freiwilliger Verdunstung, in Würfeln anschoſs, und, mit Chlorplatin, 0,02 Chlorkalium-Platin gab. Es

enthielt folglich 0,008 Chlornatrium und 0,006 Chlorkalium. Das Uebrige, oder 0,187, war Talkerde.

Durch diese Untersuchung ist folglich das Pulver des Meteorsteins zerfällt worden in:

Unlösliches Mineral	52,50
Kieselerde	13,40
Eisenoxydul	13,83
Talkerde	18,70
Kali	0,39
Natron	0,43
	99,25.

Der lösliche Theil des Minerals besteht also aus:

Kieselerde	28,7	hält Sauerstoff	14,92
Eisenoxydul	29,6	- -	6,50
Talkerde	40,0	- -	15,52
Natron	0,9		
Kali	0,8		
	100,0.		

Hier nach bestimmten chemischen Verhältnissen zu rechnen, wäre sicher ohne allen Zweck; doch kann ich nicht unbemerkt lassen, dafs der Sauerstoff im Eisenoxydul beinahe die Hälfte des Sauerstoffs in den beiden andern Basen ist, und dafs im Allgemeinen die Sauerstoffmenge der beiden Basen zusammen sich zum Sauerstoff in der Kieselerde verhält =3:2. — Ist diefs ein basischer Olivin?

a) Der unlösliche Theil des Minerals wurde mit kohlensaurem Natron gebrannt, und die geschmolzene gelbgrüne Masse so lange mit Wasser ausgelaugt, als sich noch etwas auflöste. Die filtrirte Flüssigkeit war gelb, und, genau mit Salpetersäure gesättigt, fiel aus ihr nichts nieder. Mit salpetersaurem Quecksilberoxydul versetzt, gab sie einen orangenfarbenen Niederschlag von chromsaurem Quecksilberoxydul, nach dessen Abfiltrirung die Flüs-

sigkeit farblos war. Das erhaltene chromsaure Salz hinterliefs nach dem Glühen 0,005 Grm. grünen Chromoxyduls. Aus der, mit dem Quecksilbersalz gefällten, Flüssigkeit schied kaustisches Ammoniak Quecksilberoxydul ab, welches, geglüht, 0,001 Grm. Thonerde hinterliefs.

b) Das ausgelaugte gebrannte Steinpulver wurde in Salzsäure gelöst, wobei nur einige leichte Flocken von Kieselerde zurückblieben, darauf zur Trockne verdunstet, mit concentrirter Salzsäure befeuchtet, und nun nach einer Stunde in Wasser gelöst, wobei 0,2616 Grm. Kieselerde zurückblieben.

c) Die Lösung in Salzsäure wurde mit kaustischem Ammoniak gesättigt und damit in geringem Ueberschufs versetzt; es fielen dadurch Eisenoxyd und Thonerde nieder, welche zusammen 0,076 Grm. wogen, und durch kaustisches Kali in 0,05 Eisenoxyd und 0,026 Thonerde zerlegt wurden.

d) Aus der mit Ammoniak gefällten Flüssigkeit, nachdem sie mit Essig ein wenig angesäuert worden, fällte geschwefelwasserstofftes Schwefelammonium Schwefelnikkel, welches geröstet 0,001 Grm. wog. Oxalsaures Ammoniak fällte alsdann Kalkerde, welche, gebrannt, 0,0365 kohlensauren Kalk bildete; hierauf wurde kohlensaures Kali in grofsem Ueberschufs und siedend hinzugesetzt, und dadurch kohlensaure Talkerde gefällt, welche geglüht 0,10 Grm. wog, aber etwas bräunlich war, und sich in Salzsäure mit Entwicklung von etwas Chlor auflöste. Die Lösung wurde zur Verjagung der freien Säure abgedunstet und mit Blutlauge gefällt, wodurch ein weifser Niederschlag entstand, welcher geglüht 0,07 Grm. wog, und 0,024 Grm. Manganoxyd entspricht.

Da sich bei Addition dieser Bestandtheile ein Verlust ergab, und da die Salzsäure sowohl Kali als Natron aus dem Steinpulver zog, so wurde 1 Grm. geschlemmten Steinpulvers mit kohlensaurem Baryt zerlegt. Durch die gewöhnliche Behandlung wurde, aufser einer fast

gleichen Menge von den übrigen Bestandtheilen wie im eben angeführten Versuch *), 0,056 Grm. salzsaures Alkali erhalten, welches 0,108 Grm. Chlorkalium-Platin, entsprechend 0,0208 Grm. Kali, und 0,012 Natron auf 100 Th. des Steinpulvers gab.

Aus diesen 0,525 Grammen sind folglich erhalten worden:

Kieselerde	0,2616
Eisenoxyd	0,0500
Thonerde	0,0270
Chromoxydul	0,0050
Kalkerde	0,0186
Talkerde	0,0760
Nickeloxyd	0,0010
Manganoxyd	0,0240
Kali	0,0169
Natron	0,0077
	0,4878
Verlust	0,0372
	0,5250.

Die Verlüste zusammengelegt betragen 4,57 Procent, sind also nicht unbedeutend, aber ich habe keine hinlängliche Menge vom Mineral gehabt, um zu ermitteln, worin dieselben bestehen könnten. Bemerkenswerth ist, dafs in diesem letzten Versuche die Sauerstoffmenge sämmtlicher Basen zusammengenommen eben so grofs ist wie die der Kieselerde.

Fafst man beide Analysen zusammen, so findet man, dafs 100 Theile des Meteorstein-Pulvers gegeben haben:

*) Bei dieser Analyse wurden gegen 42 Procent Kieselerde erhalten, woraus also zu erhellen scheint, dafs der Verlust in der weiterhin folgenden Zusammenstellung von Kieselerde herrührt, welche in der Flüssigkeit, aus der die Talkerde gefällt worden, zurückblieb.

Kieselerde		39,56
Eisenoxydul	13,83	18,83
Eisenoxyd	5,00	
Thonerde		2,70
Chromoxydul		0,50
Kalkerde		1,86
Talkerde		26,30
Nickeloxyd		0,10
Manganoxyd		2,40
Kali		2,08
Natron		1,20
		95,53.

Aus diesen Versuchen ergiebt sich, dafs der hier analysirte Meteorstein ein Gemenge ist von 1) Nickeleisen, 2) Magnetkies, 3) einem durch Salzsäure leicht zersetzbaren Mineral, welches die Bestandtheile des Olivins besitzt, worin aber der Sauerstoff der Basen zu dem der Kieselerde sich wie 3:2 verhält, und 4) einem Gemenge von Silicaten von Alkali, Thonerde, Eisenoxyd, Manganoxydul, Kalkerde und Talkerde, deren richtige gegenseitige Verhältnisse die Analyse nicht erkennen zu geben vermag.

VI. *Ueber ein Differentialbarometer; von W. H. Wollaston.*

(*Philosoph. Transact. f.* 1829, *p.* 133.)

Das Instrument, welches ich hier beschreiben will, wurde ursprünglich in der Absicht verfertigt, die Kraft zu bestimmen, mit welcher erhitzte Luft in verschiedenen Arten von Schornsteinen emporsteigt; indefs, da dasselbe geringe Unterschiede im barometrischen Druck erkennbar und mit beträchtlicher Genauigkeit mefsbar macht, so

wird es auch wahrscheinlich zu vielen andern und nützlicheren Zwecken anwendbar seyn.

In vielen offnen Feuerstellen steigt der Rauch mit einer so schwachen Kraft in die Höhe, dafs jeder Windstofs, den das Schliefsen einer Thür oder eines Fensters oder ein anderer zufälliger Umstand verursacht, denselben mit Leichtigkeit zurücktreibt; in einigen jedoch, welche mit mehr Einsicht und Glück angelegt sind, ist der Zug so stark, dafs er einen beträchtlichen Zuflufs von Luft erfordert.

Wenn die Thüren oder Fenster eines Gemaches, worin ein Feuer befindlich, geöffnet sind, so wird der barometrische Druck durch den freien Luftstrom, der das Feuer unterhält, nicht geändert; wenn aber die Thüren und Fenster sämmtlich geschlossen sind, so wird durch das verringerte Gewicht der im Schornstein erhitzten Luft der barometrische Druck in dem Gemache vermindert, und die äufsere Luft dringt durch jede Ritze in der Thür oder den Fenstern ein, mit einer Kraft, die dem Unterschiede zwischen dem barometrischen Druck innerhalb und aufserhalb des Gemaches proportional ist.

Um das Daseyn eines solchen Unterschiedes mit einem Quecksilberbarometer zu erweisen, ist erforderlich, dafs dasselbe auf's Beste construirt, und jeder Umstand dem Experimente günstig sey; sonst wird wahrscheinlich die Variation für die Wahrnehmung zu gering seyn, obgleich der Druck von aufsen vielleicht noch grofs genug ist, um die blofs angelehnte Thür zu öffnen *).

Wollte man den Druck, statt des Quecksilbers, durch eine Säule Wasser messen, so würden die Variationen zwar deutlicher werden; allein das Instrument wäre doch wegen seiner Länge aufserordentlich unbequem. Noch gröfser würden Vortheil und Nachtheil bei der Anwen-

*) Barometer mit Röhren von 5 bis 6 Linien Durchmesser besitzen indefs noch eine so grofse Empfindlichkeit, dafs sie bei nicht gar unruhiger Luft fortwährend in Schwankung sind, und recht gut als Amenoskope dienen können. *P.*

dung von einer Säule Alkohol seyn, und, wenn man seine Zuflucht zum Schwefeläther nähme, würden Unbequemlichkeit und Empfindlichkeit das Maximum erreichen, was eine Säule von einer einzelnen Flüssigkeit darbieten kann.

Dagegen ist das Instrument, welches ich zu diesem Behufe angewandt habe, von sehr mäfsiger Gröfse, und nach einem solchen Principe construirt, dafs man ihm jeden möglichen Grad von Empfindlichkeit zu geben vermag. Es besteht aus einer Glasröhre von wenigstens einem Viertelzoll Durchmesser im Lichten, die in der Mitte gebogen ist, so dafs sie die Form eines umgekehrten Hebers mit parallelen Schenkeln besitzt (Fig. 6. Taf. VII.). Die Enden derselben sind in den Boden zweier durch eine Scheidewand getrennter Behälter, jeder von ungefähr zwei Zoll im Durchmesser, eingekittet. Der eine dieser Behälter ist überall geschlossen, bis auf eine kleine offene Röhre, die oben in eine Seitenwand horizontal eingesetzt ist; der andere aber bleibt offen.

In diefs so construirte Gefäfs wird erstlich etwas Wasser gegossen, so dafs es in dem untern Theil der Glasröhre eine Höhe von zwei bis drei Zoll einnimmt; dann giefst man in jeden Behälter ein gleiches Maafs Oel, so dafs dieses den obern Theil beider Schenkel der Röhre füllt, und noch in jedem Behälter eine Höhe von ungefähr einem halben Zoll einnimmt.

Wenn das Wasser in beiden Schenkeln im Niveau steht, oder wenn man es durch Abgleichung des Drucks der darauf ruhenden Oelsäulen in Niveau gebracht hat, so ist das Instrument zum Gebrauche fertig.

Wenn man nun die horizontale Röhre des geschlossenen Behälters in das Schlüsselloch einer Thür oder in irgend eine Oeffnung steckt, durch welche die Luft in Folge des gröfsern Drucks von aufsen einzudringen vermag, so wird der Druck auf die Oberfläche des Oels in diesem Behälter das Wasser in dem zugehörigen Schenkel hinabdrücken, und in dem andern heben, bis dadurch

dem Ueberschufs des Drucks der äufseren Luft über die im Zimmer das Gleichgewicht gehalten wird.

Es ist indefs nicht das ganze Gewicht der gehobenen Wassersäule, welches hier als Gegengewicht wirkt; vielmehr wird dieses durch eine gleiche Verlängerung der Oelsäule auf Seite des hinabgedrückten Niveaus theilweise aufgehoben, so dafs der ausgeübte Druck nur dem gleich ist, der aus dem Unterschiede der gehobenen Wassersäule mit einer gleich langen Wassersäule entsteht; im Fall man Olivenöl anwendet, beträgt er ungefähr ein Elftel der scheinbaren Erhebung, und mithin werden alsdann die Variationen des Instruments elf Mal gröfser seyn, als bei alleiniger Anwendung von Wasser.

Sollte zu irgend einem Zwecke eine gröfsere Empfindlichkeit des Instruments erforderlich seyn, so kann man sie ihm dadurch geben, dafs man dem Wasser eine beliebige Menge Alkohol zusetzt, bis der Ueberschufs seines Gewichts über das des Oels bis auf ein Zwanzigstel, oder Dreifsigstel oder auf einen noch kleineren Bruch zurückgeführt ist. Bringt man den Alkohol endlich auf die Stärke des Probeweingeists (der seinen Namen ursprünglich von dieser Probe erhalten zu haben scheint), so bleibt er in keiner Lage in Ruhe, und, wenn man ihn noch weiter verdünnt, steigt er in die Höhe und läfst das Oel in die Biegung hinabsinken.

Wenn man die Form des Instrumentes ein wenig abändert, nämlich die Behälter beide verschliefst, und in den obern Theil eines jeden eine sich seitwärts trompetenartig erweiternde Röhre einsetzt, kann man dasselbe auch als Anemometer gebrauchen.

Capitain **Flinders** hat uns belehrt, dafs an der Küste von Neu-Holland das Barometer bei Seewinden etwas höher steht als bei Landwinden; und er hat diese Erscheinung sinnreich dadurch zu erklären gesucht, dafs er annimmt, es finde bei der Bewegung der Luft, wenn sie vor sich einen Widerstand treffe, eine Anhäufung

derselben statt, in Folge dessen der barometrische Druck gröſser werde.

Auf diesen Grundsatz construirte der Dr. Lind einen Windmesser, bestehend aus einem umgekehrten Heber, dessen Enden horizontal nach zwei entgegengesetzten Richtungen gebogen sind. Füllt man den Heber zum Theil mit Wasser und stellt ihn mit einem seiner Enden gegen den Luftstrom, so wird der Druck desselben das Wasser in dem einen Schenkel niederdrücken, bis seine Kraft durch die gröſsere Höhe des Wassers in dem andern Schenkel im Gleichgewicht gehalten wird, und der Unterschied der beiden Säulen ist das Maaſs der Kraft des Windes.

Wenn man bei dem Instrumente des Dr. Lind eine leichtere Flüssigkeit als Wasser anwendet, so wird es auch in diesem Maaſse empfindlicher; allein eine Erhöhung der Empfindlichkeit durch solche Mittel findet bald ihre natürliche Gränze, weil die Skala durch keine bekannte Flüssigkeit in einem gröſseren Verhältnisse als in dem von 4:5 verlängert werden kann. Dagegen kann durch das hier vorgeschlagene Instrument die Empfindlichkeit bis zu jedem wünschenswerthen Grade getrieben werden, so daſs sich mit ihm der leiseste Luftzug messen läſst.

VII *Ueber das Wasser des Mittelmeeres.*

Als der Dr. Marcet im J. 1819 das Meerwasser zum Gegenstande einer ausgedehnten Untersuchung machte *), hatte er von dem des Mittelmeeres weder Vorräthe von solcher Quantität, noch aus so verschiedenen Tiefen, als daſs er hätte die interessante Frage beantworten können,

*) Man sehe diese Ann. Bd. 63. S. 113. und 235., auch Bd. 66. S. 161.

wo die Salzmasse bleibe, welche durch den Strom in der Meerenge von Gibraltar fortwährend in dieses Meer geführt wird. Leider hatte ihn auch schon der Tod übereilt, als der Capitain Smith die eigends für ihn nach der Tennant'schen Methode *) in mehreren Tiefen geschöpften Proben von dorther zurückbrachte. Der gröfste Theil dieses Wassers gerieth darauf in die Hände von Personen, die nicht den beabsichtigten Gebrauch davon machten; doch war der verewigte Dr. Wollaston noch so glücklich, im Juni 1827 drei Flaschen desselben vom Capitain Smith zu erhalten, und er benutzte sie, um die Untersuchung seines Freundes, so weit als es hiemit möglich war, zu ergänzen. Die nachfolgende Tafel enthält die Resultate der vom Dr. Wollaston gemachten Wägungen.

No.	Breite.	Länge.	Tiefe.	Specif. Gewicht	Salzmenge in 100 Th. Wass.
1	38° 30′	4° 30′ O.	450 Fad.	1,0294	4,05
2	37 30	1 0 O.	400 -	1,0295	3,99
3	36 0	4 40 W.	670 -	1,1288	17,3
Gibraltar	36 7′	5 22′W.			

Die beiden ersten Proben, die 680 und 450 engl. Meilen von der Meerenge entfernt geschöpft worden waren, besafsen demnach keine gröfsere Dichte als gewöhnlich das Meerwasser; das Wasser der dritten Flasche aber, welches nur in einer Entfernung von 50 engl. Meilen von der Meerenge aus einer Tiefe von 670 engl. Faden heraufgezogen worden, war dagegen um ein Beträchtliches dichter. Es folgt daraus, sagt der Dr. Wollaston (*Philosoph Transact. f.* 1829, *Pt.* 1. *p.* 30.), dafs ein unterer Strom, aus diesem dichteren Wasser gebildet, das Salz wiederum zum atlantischen Oceane zurückführt, welches der obere in das mittelländische Meer ge-

*) Ebendaselbst, Bd. 65. S. 122.

bracht hat, wodurch dann dieser verhindert wird, an Salzigkeit fortwährend zuzunehmen *).

Dafs übrigens die Verhältnisse zwischen dem specifischen Gewicht und der Salzmenge hier etwas anders als beim Dr. Marcet sind, rührt davon her, dafs dieser die Salzrückstände bei 80° R., der Dr. Wollaston aber bei 120° R. trocknete.

VIII. *Ueber Jod- und Chlorstickstoff, und über die Wirkung des Schwefelwasserstoffs auf die beiden Arten des Chlorphosphors.*

Durch eine frühere Untersuchung glaubte Hr. Sérullas gefunden zu haben, dafs die mit den Namen Jodstickstoff und Chlorstickstoff belegten Körper Verbindnngen von Jod oder Chlor mit Ammoniak seyen. Neuere Versuche haben denselben jedoch zu folgenden Resultaten geführt.

Der Jodstickstoff zersetzt das Wasser und bildet jodsaures Ammoniak, eben so wie in den meisten Fällen, wo er sich zersetzt.

Der Chlorstickstoff liefert bei Behandlung mit Schwefelwasserstoff, Schwefel, Arsenikoxyd oder einer Lösung von Phosphor in Schwefelkohlenstoff, ebenfalls Ammoniak, und er zersetzt sich hiebei ohne Detonation.

Das Berthollet'sche Knallsilber ist eine Verbindung von Silber mit Stickstoff.

Chlorphosphor, im Maximum vom Chlor, in eine mit trocknem Schwefelwasserstoff gefüllte Flasche gebracht, giebt Chlorwasserstoffsäure-Gas und eine farblose durchsichtige Flüssigkeit, die, nach Hrn. S., eine Verbindung von Chlor, Phosphor und Schwefel in festen Verhältnissen ist. (*Journ. de chim. med. Ann. V. p*, 539.)

*) Indefs ist der Salzgehalt des Mittelmeeres, nach Bouillon-Lagrange und Vogel's Untersuchung, wirklich etwas gröfser als der des Oceans; nach ihnen enthält jenes 41, dieser aber nur 38 Gewichtsthl. auf 1000 Thl. Wasser. *P.*

Mai. 1829.

Wetter.		
9 U.	12 U.	3 U.
ermischt	vermischt	trübe
übe	- -	heiter
ermischt	- -	vermischt
- -	trübe	bedeckt
eiter	heiter	heiter
- -	- -	- -
- -	- -	- -
ermischt	vermischt	vermischt
übe	trübe	bedeckt
eiter	vermischt	- -
eiter	beiter	trübe
- -	- -	heiter
übe	vermischt	bedeckt
-	- -	- -
-	bedeckt	vermischt
-	Regen	- -
-	vermischt	- -
ermischt	heiter	heiter
eiter	- -	- -
- -	- -	- -
eiter	vermischt	vermischt
- -	heiter	heiter
- -	- -	- -
- -	- -	- -
- -	- -	- -
- -	- -	vermischt
- -	vermischt	heiter
ermischt	- -	vermischt
eiter	heiter	bedeckt
edeckt	bedeckt	Regen
- -	- -	vermischt

in. — Juni 1829.

U.	Wetter. 9 U.	12 U.	3 U.
W.	vermischt	bedeckt	bedeckt
V.	bedeckt	Regen	Regen
V.	- -	bedeckt	- -
SW.	- -	vermischt	bedeckt
W.	Regen	Regen	vermischt
.	bedeckt	- -	- -
	vermischt	bedeckt	
W.	heiter	heiter	heiter
O.	vermischt	- -	- -
O.	- -	- -	vermischt
O.	heiter	heiter	heiter
).	- -	- -	ganz heiter
.	ganz heiter	ganz heiter	- -
W.	heiter	heiter	- -
)	- -	- -	- -
O.	ganz heiter	ganz heiter	- -
O.	- - - -	- - - -	- -
).	trübe	bedeckt	heiter
W.	bedeckt, Regen	bedeckt, Regen	bedeckt
S.	trübe	heiter	Gewitter, Hagel
	heiter	heiter	heiter
).	- -	- -	- -
O.	- -	- -	- -
O.	- -	- -	- -
O.	- -	- -	- -
W.	- -	- -	vermischt
W.	vermischt	bewölkt	bedeckt
S.	- -	heiter	heiter
SW.	- -	vermischt	- -
W.	- -	bedeckt	bedeckt

10
20
80
80

Bemerkungen. — A. 17. Ab. 6h Gewitter aus SW. mit Hagel; 20. Nachmitt. 3h Gewitter mit Hagel. — 26. Nachmitt. 2h Gewitter. — 22. Morg. Heerrauch.



in. — Juli. 1829.

T U.	Wetter. 9 U.	12 U.	3 U.
S.	heiter	heiter	heiter
SO.	- -	- -	vermischt
O.	vermischt	- -	bedeckt
V.	- -	bewölkt	heiter
V.	- -	bedeckt	- -
V.	- -	- -	bedeckt
V.	bedeckt	Regenschauer	- -
V.	- -	bedeckt	Regen
N.	- -	vermischt	bedeckt
W.	- -	bedeckt	- -
.	vermischt	heiter	vermischt
O.	- -	vermischt	- -
V.	heiter	heiter	heiter
W.	- -	vermischt	- -
S.	- -	heiter	- -
S.	- -	vermischt	vermischt
SW.	bedeckt	bedeckt	heiter
	- -	- -	vermischt
	- -		
	heiter	vermischt	
V.	bedeckt	heiter	bedeckt
W.	- -	bedeckt	- -
W.	- -	- -	- -
W.	heiter	heiter	heiter
	- -	- -	- -
SO.	- -	- -	- -
W.	bedeckt	- -	- -
V.	- -	bedeckt	bedeckt
N.	- -	- -	- -
V.	heiter	- -	heiter
V.	bed. 5h M. Gew.	- - Regen	bedeckt

10	Bemerk. — 12. Morg. 9h½ Gewitt. — 31. Morg. 5—6h Gewitter, Nachts Regen und Sturm.
20	
31	
31	









